

**AVALIAÇÃO DE DIETAS COM DIFERENTES
VOLUMOSOS PARA VACAS MESTIÇAS EM
LACTAÇÃO**

**SUSI CRISTINA DOS SANTOS GUIMARÃES
MARTINS**

2010

SUSI CRISTINA DOS SANTOS GUIMARÃES MARTINS

**AVALIAÇÃO DE DIETAS COM DIFERENTES
VOLUMOSOS PARA VACAS MISTIÇAS EM
LACTAÇÃO**

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

Orientador
Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior

UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial da UNIMONTES – *Campus Janaúba***

Martins, Susi Cristina dos Santos Guimarães.

M379a Avaliação de dietas com diferentes volumosos para vacas mestiças em lactação [manuscrito] / Susi Cristina dos Santos Guimarães Martins. – 2010.

140 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros-Unimontes, 2010.

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

1. Comportamento ingestivo. 2. Digestibilidade. 3. Lactação. 4. Vacas mestiças. I. Rocha Júnior, Vicente Ribeiro. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD 636.2039

SUSI CRISTINA DOS SANTOS GUIMARÃES MARTINS

**AVALIAÇÃO DE DIETAS COM DIFERENTES
VOLUMOSOS PARA VACAS MESTIÇAS EM
LACTAÇÃO**

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

APROVADA em, 03 de MARÇO de 2010.

Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – UNIMONTES

Prof. DSc. Daniel Ananias de Assis Pires – UNIMONTES

Prof. DSc. Maria Dulcineia da Costa – UNIMONTES

Prof. DSc. Diogo Gonzaga Jayme – IF – Triângulo - MG

Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior
UNIMONTES
(Orientador)

**UNIMONTES
MINAS GERAIS – BRASIL**

DEDICO

A meu esposo, Tião, e meus filhos, Renan e Artur, que compreenderam a minha ausência e me deram força para que eu pudesse vencer mais uma etapa da minha vida profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que está sempre iluminando o meu caminho, me concede saúde, paciência e sabedoria para conduzir os meus trabalhos;

Aos colegas da UNIMONTES – *Campus* Janaúba que me apoiaram;

Aos professores da UNIMONTES – *Campus* Janaúba que me ensinaram;

Aos alunos bolsistas da FAPEMG que contribuíram muito neste trabalho;

Aos servidores da UNIMONTES – *Campus* Janaúba que me auxiliaram;

Aos amigos que sempre acreditaram em mim;

A minha família, que sempre me incentivou;

Aos alunos, servidores e professores do IFNMG – *Campus* Salinas, que me ajudaram a conduzir este trabalho,

Ao Professor Vicente Ribeiro, pela orientação,

À colega Isabella Coutinho, pela grande ajuda.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMO GERAL	v
GENERAL ABSTRACT	vii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	6
2.1 A Silagem de Sorgo	7
2.2 A Silagem de Girassol	8
2.3 A Cana-de-açúcar	9
2.4 A Pastagem de capim-Tanzânia	11
2.5 Produção e composição do leite	12
2.5.1 Processamento do leite	17
2.5.2 Perfil de ácidos graxos e análise sensorial do queijo.....	19
2.6 Aspectos econômicos das pastagens e da suplementação volumosa ..	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
CAPÍTULO I – CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE, PRODUÇÃO DE LEITE E ANÁLISE ECONÔMICA DE DIETAS COM DIFERENTES VOLUMOSOS	31
RESUMO	32
ABSTRACT	34
1 INTRODUÇÃO.....	35
2 MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 Local do experimento e delineamento estatístico.....	39
2.2 Produção dos volumosos.....	40
2.3 Instalações e manejo dos animais.....	41
2.4 Composição das dietas, fornecimento e consumo.....	41
2.5 Registro da produção de leite, coleta das amostras, processamento e análises	44
2.6 Coleta de sangue, avaliação do peso das vacas e do escore corporal .	47
2.7 Análise econômica das dietas	48
2.8 Análise estatística.....	51
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4 CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

CAPÍTULO II – COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS MISTIÇAS ALIMENTADAS COM DIETAS À BASE DE DIFERENTES VOLUMOSOS.....	78
RESUMO	79
ABSTRACT	80
1 INTRODUÇÃO	81
2 MATERIAL E MÉTODOS	84
2.1 Local do experimento, animais, delineamento estatístico e instalações	84
2.2 Avaliação do comportamento ingestivo	84
2.3 Análise Estatística	86
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
4 CONCLUSÕES	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
CAPÍTULO III – RENDIMENTO, COMPOSIÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DO QUEIJO MINAS FRESCAL PRODUZIDO DO LEITE DE VACAS MISTIÇAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES VOLUMOSOS	99
RESUMO	100
ABSTRACT	102
1 INTRODUÇÃO	103
2 MATERIAL E MÉTODOS	106
2.1 Local	106
2.2 Os animais, os tratamentos, o período experimental e o delineamento estatístico	106
2.3 Obtenção do leite	107
2.3.1 Análises físico-químicas	107
2.4 Processamento do queijo Minas frescal	108
2.5 Rendimento e análises físico-químicas do queijo	108
2.5.1 Perfil de ácidos graxos do queijo	109
2.5.2 Índices da qualidade nutricional do queijo Minas frescal	109
2.6 Análises microbiológicas	110
2.7 Análise sensorial.....	111
2.8 Análises estatísticas	113
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	114
4 CONCLUSÕES	134
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Pag.
TABELA 1. Composição físico-química do leite.....	13
TABELA 2. Custos de produção por área e por unidade de matéria natural ou seca e nutrientes produzidos das forrageiras selecionadas.....	23
TABELA 3. Proporção e composição bromatológica dos ingredientes das dietas, na base da matéria seca.....	43
TABELA 4. Teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais ¹ (NDT) dos alimentos volumosos e concentrados durante o período de março a maio de 2009.....	47
TABELA 5. Custo de produção de matéria verde e matéria seca da cana-de-açúcar, da silagem de sorgo, da silagem de girassol, do pasto de capim-tanzânia utilizados nas dietas de vacas mestiças.....	50
TABELA 6. Consumo de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas fornecidas para vacas mestiças com diferentes volumosos.....	52
TABELA 7. Digestibilidade da matéria seca (DMS), da proteína bruta (PB), do extrato etéreo (EE), da fibra em detergente neutro (FDN) e dos carboidratos não fibrosos (DCNF) das dietas fornecidas para vacas mestiças com diferentes volumosos.....	57
TABELA 8. Peso final, mudança de peso, escore final e mudança de escore corporal das vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos.....	59
TABELA 9. Concentração de glicose e ureia no sangue de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos.....	61

TABELA 10. Produção de leite e de leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%) de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos.....	62
TABELA 11. Custo de produção total dos volumosos, dos concentrados e da dieta total fornecidos para vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos.....	65
TABELA 12. Consumo de matéria seca/dia, produção de leite corrigida para 4% de gordura (LCG), custo do quilo de matéria seca da ração total, custo da dieta total, custo do quilo de leite e do quilo de leite corrigido para 4% de gordura, renda líquida com leite e índices de conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA).....	66
TABELA 13. Média do tempo de alimentação (TA), tempo de ruminação (TR) e tempo de ócio (TO), em minutos/dia; número de períodos de alimentação (NPA), de ruminação (NPR) e de ócio (NPO), em número/dia; duração dos períodos de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO), em minutos/período, de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos, e coeficientes de variação (CV).....	87
TABELA 14. Tempo de mastigação por bolo (TM/bolo), número de mastigações por bolo (NM/bolo), número de mastigações por minuto (NM/min), número de mastigações por dia (NM/dia), número de bolos por dia (NB/dia), tempo total de mastigação (TTM), de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos, e coeficientes de variação (CV).....	91
TABELA 15. Tempo de consumo de matéria seca (CMS) em minutos/kg, consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em minutos/kg, ruminação da matéria seca (RMS) em minutos/kg, ruminação da fibra em detergente neutro (RFDN) em minutos/kg, mastigação da matéria seca (MMS) em minutos/kg, mastigação da fibra em detergente neutro (MFDN) em minutos/kg, eficiência de alimentação da matéria seca (EALMS), eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro (EALFDN), eficiência de	

	ruminação da MS (ERMS), eficiência de ruminação da FDN (ERFDN) de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos, e coeficientes de variação (CV).....	93
TABELA 16.	Composição química do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos, e coeficientes de variação.....	114
TABELA 17.	Composição físico-química e rendimento do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos.....	118
TABELA 18.	Percentual de ácidos graxos do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos.....	122
TABELA 19.	Índice de Aterogenecidade, Índice de trombogenecidade, relação Hiper/Hipocolesterolêmicos, Ácidos Graxos desejáveis e relação de Ácidos Graxos Poli-insaturados/Ácidos Graxos Saturados no Queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos.....	126
TABELA 20.	Média de população de coliformes a 35 °C e coliformes a 45 °C do queijo Minas frescal produzido com o leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos.....	127
TABELA 21.	Resultado da soma dos pontos do teste de ordenação quanto aos atributos aparência, consistência, sabor e odor em queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos.....	128

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Pag.
FIGURA 1. Ficha de avaliação sensorial apresentada aos provadores.....	112
FIGURA 2. Resultado da análise sensorial da preferência para o atributo aparência do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos.....	129
FIGURA 3. Resultado da análise sensorial da preferência para o atributo consistência do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos.....	130
FIGURA 4. Resultado da análise sensorial quanto ao atributo sabor do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos.....	131
FIGURA 5. Resultado da análise sensorial quanto ao atributo odor do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos.....	132

RESUMO GERAL

MARTINS, Susi Cristina dos Santos Guimarães. **Avaliação de dietas com diferentes volumosos para vacas mestiças em lactação.** 2010. 140 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a produção, o processamento e a qualidade do leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos (cana-de-açúcar, silagem de girassol, silagem de sorgo e pastagem de capim-tanzânia). Foram utilizadas quatro dietas experimentais, uma para cada um dos volumosos, formuladas de acordo com o NRC (2001) para serem isoproteicas e para um potencial de produção de 20 litros de leite / dia. O delineamento experimental foram dois quadrados latinos 4 x 4, compostos de quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais cada. O experimento teve duração de 72 dias, sendo divididos em quatro períodos de 18 dias. Os animais utilizados foram oito vacas mestiças com grau de sangue 1/2 (Holandês/Gir Leiteiro), com período de lactação de aproximadamente 200 dias. A produção de pasto de capim-tanzânia foi estimada por meio da coleta do material com auxílio de um quadrado de área conhecida e o consumo estimado foi obtido pela diferença entre a massa disponível e a massa residual, em pastejo rotacionado. A ração completa foi fornecida duas vezes ao dia, às 8 e às 16 h, e ajustadas diariamente, de modo que as sobras representassem 10% do total ofertado. As produções de leite foram registradas nos três últimos dias de cada período experimental. Amostras de leite foram coletadas de cada animal de manhã e à tarde, misturadas e analisadas quanto aos teores de gordura, proteína, lactose, crioscopia, densidade, pH, acidez, extrato seco total e desengordurado e sólidos totais. No primeiro dia de coleta, o leite produzido de cada tratamento foi resfriado para produção de queijo Minas Frescal que após o seu processamento foram pesados para determinar o rendimento, as características físico-químicas (gordura, proteína, acidez e pH) e submetidos a análises microbiológicas e ao teste de análise sensorial. Amostras de sangue foram coletadas da veia coccígea para determinação dos níveis de glicose e nitrogênio ureico plasmático. As amostras de alimento, sobras e fezes foram coletadas para análises bromatológicas e de digestibilidade aparente. Foram avaliados também o comportamento ingestivo dos animais e a análise econômica das dietas experimentais. O consumo de matéria seca e a digestibilidade da dieta com

¹ Comitê Orientador: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – DCA/UNIMONTES (coorientador).

silagem de girassol foram inferiores as outras dietas. As dietas com silagem de sorgo e capim-tanzânia apresentaram menor digestibilidade da matéria seca, mas elevado consumo de matéria seca. A dieta com cana-de-açúcar apresentou baixo consumo de fibra em detergente neutro e baixa digestibilidade da proteína, no entanto, não afetou o consumo de matéria seca. As dietas com a cana-de-açúcar e com o pasto de capim-tanzânia apresentaram maiores consumos de nutrientes digestíveis totais. As dietas com silagem de girassol e pasto de capim-tanzânia implicaram em perda de peso e no escore corporal das vacas. A produção de leite foi igual em todas as dietas apesar da diferença de consumo e digestibilidade dos nutrientes. Das dietas avaliadas a cana-de-açúcar apresentou o maior custo e a dieta com pasto de capim-tanzânia foi a de menor custo. A renda líquida do leite foi menor para a dieta com cana-de-açúcar e maior, em ordem crescente, para as dietas com silagem de girassol, silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia. Na avaliação do comportamento ingestivo, as vacas alimentadas com a dieta a base de pasto de capim-tanzânia apresentaram maior tempo de alimentação e menor eficiência de consumo de matéria seca. Menor tempo de ruminação e maior tempo de ócio foram verificados nas vacas alimentadas com silagem de girassol. Maior eficiência de alimentação da FDN nas vacas alimentadas com silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia. A composição físico-química do leite foi melhor com a dieta à base de cana-de-açúcar. A composição físico-química do queijo diferiu quanto ao teor de gordura que foi maior nas dietas com cana-de-açúcar e silagem de girassol, no entanto o rendimento do queijo foi igual para os diferentes volumosos. A qualidade nutricional do queijo foi melhor para a dieta com silagem de girassol por ter apresentado um melhor perfil de ácidos graxos insaturados e menor proporção de ácidos graxos saturados. Na análise sensorial, o queijo produzido a partir da dieta com silagem de girassol teve maior preferência pelos provadores.

GENERAL ABSTRACT

MARTINS, Susi Cristina dos Santos Guimarães. **Evaluation of diets with different forage to lactating crossbred cows.** 2010. 140 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, Brazil.²

This study aimed to evaluate the production, processing and quality of milk of crossbred cows fed different forages (sugarcane, sunflower silage, sorghum silage and Tanzania pasture). Four experimental diets were used, one for each one of the roughage, formulated according to NRC (2001) to be isoproteic and for yield potential of 20 liters of milk per day. The experimental design was two Latin Squares 4 x 4, consisting of four animals, four treatments and four experimental periods each one. The experiment lasted 72 days, which were divided into four periods of 18 days. The used animals were eight crossbred cows 1/2 (Holstein / Gyr), with the lactation period of 200 days. The production of Tanzania grass was estimated by collecting the material by means of a square of known area and estimated consumption was obtained by the difference between the available mass and residual one under rotational grazing. The whole diet was provided twice daily at 8 a.m. and 4 p.m, and adjusted daily, so that the remains represented 10% of the total offered. Milk production was recorded in the last three days of each experimental period. Milk samples were collected from each animal in the morning and in the evening, mixed and analyzed for fat, protein, lactose, crioscopy, density, pH, acidity, total dry extract and non-fatty one, and total solids. On the first day of collecting, the milk produced in each treatment was cooled for the production of Minas frescal cheese that after processing were weighed to determine yield, physico-chemical characteristics (fat, protein, acidity and pH) and subjected to microbiological analysis and to of sensory analysis test. Blood samples were collected from the coccygeal vein for determination of glucose and plasma urea nitrogen levels. Samples of fodder, remains and feces were collected for chemical analysis and apparent digestibility. The ingestive behavior of the animals and the economic analysis of the experimental diets were evaluated. The dry matter intake and digestibility of the sunflower silage diet were lower than the other diets. Diets with sorghum silage and Tanzania-grass presented lower dry matter digestibility but high dry matter intake. The sugarcane diet showed low neutral detergent fiber intake, and low protein digestibility; however, did not affect dry matter intake. Sugarcane diets and the Tanzania grass pasture showed higher intakes of total digestible nutrients. Diets with sunflower silage and Tanzania grass pasture decreased weight loss and body condition score of the cows. Milk production was equal in all of the diets despite the difference in intake and digestibility of nutrients. Amongst the evaluated diets, the sugarcane one had the highest cost, and the diet with Tanzania grass grazing had the least cost. Net income from milk was lower for the sugarcane diet and greater, in increasing order, for diets

² Guidance Committe: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DAC/UNIMONTES (Advisor); Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – DAC/UNIMONTES (co-advisor).

with sunflower silage, sorghum silage and Tanzania grass pasture. In the evaluation of ingestive behavior, the cows fed with a diet of grass-Tanzania pasture had higher feeding time and lower efficiency of dry matter intake. Less rumination time and larger leisure time were observed in cows fed with sunflower silage. Greater feed efficiency of NDF in cows fed with sorghum silage and Tanzania grass pasture. The physico-chemical composition of milk was better with the sugarcane diet. The physico-chemical composition of the cheese differed to fat content which was higher in diets with sugarcane and sunflower silage, but the cheese yield was the same for the different roughage. The nutritional quality of cheese was better for the diet with sunflower silage, since having presented a better profile of unsaturated fatty acids and lower proportion of saturated ones. In the sensory analysis, the cheese from the diet with sunflower silage was the most preferred by the tasters.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária de leite no Brasil tem uma grande importância econômica e social. O leite é um dos segmentos mais importantes do agronegócio brasileiro. A atividade é praticada em todo o território nacional, por mais de um milhão de produtores, presentes em aproximadamente 40% das propriedades rurais. No período de 1990 a 2005, a produção de leite no Brasil aumentou 69,5%, alcançando 24,6 bilhões de litros em 2005 (COSTA *et al.*, 2008). Entre os anos 2000 e 2006, a taxa de crescimento da produção de leite no Brasil foi de 4,1% ao ano, bem maior que o PIB (ANUALPEC, 2007). No cenário mundial, o Brasil é o quinto maior produtor de leite, considerados os principais países e blocos econômicos, o que corresponde a 5% da produção mundial. Em relação ao Mercosul, a produção nacional representa 65% do total de leite do bloco econômico.

O cenário do leite no Brasil teve um grande progresso nessa última década, pois o país deixou de ser um importador para ser um expressivo exportador de leite no mercado mundial. A produção teve um aumento proporcionalmente maior que o consumo *per capita*. Nos últimos nove anos, as importações caíram de 2,2 bilhões de litros, em 1996, para 326 milhões de litros em 2004, conforme mostram os dados da Secretaria de Comércio Exterior - SECEX. Este processo de queda foi resultado da desvalorização cambial no ano de 1999 e das medidas *antidumping*. A estimativa é que em 2015 a produção nacional de leite será de 32 bilhões de litros, sendo 27 bilhões consumidos no mercado interno por 207 milhões de habitantes. Restando, portanto, cinco bilhões de litros passíveis de exportação. Caso a totalidade deste volume seja exportado, isto representará uma participação do Brasil no mercado externo de 6,62%, caso mantenha-se constante o volume mundial importado de 75,5 bilhões de litros até

2015. Considerando estes números, o fato é que já existe um excedente de leite no mercado brasileiro e a previsão é que esse excedente, no decorrer dos anos, se torna maior. O mercado internacional tem um potencial significativo para o crescimento do setor. Mas durante um bom período pela frente o destino dos lácteos será, sobretudo, o mercado interno, e esse é o segundo caminho para o crescimento (ANUALPEC, 2007).

Segundo os registros do IBGE (2007), no ano de 2005, a região Sudeste teve a maior participação na produção nacional, e Minas Gerais, com 6,9 bilhões de litros, que representam 28% da produção nacional, foi o estado que mais produziu leite.

No Norte de Minas Gerais, a produção de leite é de 261 milhões de litros por ano, cerca de 4% da produção do estado, sendo que 80% dos pecuaristas utilizam as pastagens como fonte exclusiva de volumoso, em uma área média de 23 ha e com uma produção que representa 51% da produção leiteira desta região (CARNEIRO, 2008).

A distribuição sazonal da produção forrageira é responsável por grande parte das dificuldades encontradas pelos pecuaristas do Norte de Minas Gerais, pois gera insuficiência quantitativa e qualitativa de forragens. Esse comportamento promove um impacto negativo sobre o potencial de lotação e, conseqüentemente, sobre a produtividade em sistemas de produção de leite baseados na exploração exclusiva a pasto.

Dessa maneira, há necessidade de uma suplementação alimentar nos períodos de escassez de forragem verde. O processo de ensilagem e ou a programação de suplementação alimentar no período seco com forragens verdes como a cana-de-açúcar tem o intuito de suprir tais deficiências, melhorando o valor nutricional da dieta, reduzindo gastos com a utilização de concentrados e otimizando a eficiência produtiva das propriedades.

A região do Norte de Minas Gerais apresenta grande potencial para a produção de leite; entretanto, a produção média por vaca e por unidade de área é baixa devido à menor qualidade e quantidade das forragens no período seco do ano; desta forma, é importante avaliar a forragem que mais se adapta a estas condições e que seja viável economicamente.

O milho é uma cultura anual com excelentes características nutricionais para produção de silagens; contudo, é uma cultura que exige chuvas mais regulares, principalmente na floração, para não comprometer a produção de grãos.

O sorgo é uma cultura de grande resistência, exige menos umidade para completar seu ciclo produtivo em relação à cultura do milho, tem maior capacidade de retirar a água do solo devido o seu denso sistema radicular, mais produtivo, com maior produção de matéria seca/ha e podendo obter dois cortes quando as condições climáticas são favoráveis. A silagem é de boa qualidade podendo equiparar com a do milho.

As pastagens no verão garantem uma boa produção, mas insuficiente para atender às exigências de animais em lactação, uma vez que no período seco tornam-se pouco produtivas e de baixa qualidade.

A cana-de-açúcar é uma forragem verde que tem maior valor nutritivo no período seco, sendo uma ótima opção para suplementação de vacas leiteiras devido ao seu alto teor energético.

O girassol é uma cultura anual que exige, durante seu ciclo, pouca umidade, não tem problemas com fotoperíodo, podendo ser plantada na safrinha após a colheita da cultura principal aproveitando as chuvas do outono. A silagem apresenta boas características fermentativas, um pouco inferior às do milho e sorgo, mas com boa conservação quando bem processada.

O processamento do leite é uma forma de aumentar a renda do produtor, pois agrega valor ao produto. A qualidade do leite e de seus derivados tem

ganhado importância em toda cadeia produtiva dessa atividade, englobando também o consumidor, que está cada vez mais atento à qualidade dos produtos que consome. Qualidade esta que, juntamente com o preço, determina a competitividade de um determinado produto no mercado.

Diante disso, a legislação brasileira que trata especificamente do leite e seus derivados passou por recente processo de modernização para acompanhar as tendências mundiais e promover melhorias para o setor nacional como um todo. Foram estabelecidos novos padrões legais da qualidade mínima do leite comercializado no Brasil, havendo a necessidade de busca de informações e meios suficientes para que todos os envolvidos na cadeia de produção estejam cientes das variáveis do problema e saibam como proceder para garantir leite dentro dos padrões de qualidade necessários para manter as características do seu alto padrão nutricional (BRANDÃO, 2000).

Como não há previsão de aumento do consumo interno do leite fluido, pois nos últimos anos o consumo per capita no Brasil tem caído a cada ano, uma alternativa seria o incentivo do processamento do leite. Os produtos derivados do leite têm tido uma importância significativa no mercado nacional e internacional. Considerando o queijo como um derivado mais fácil de ser fabricado e mais acessível ao produtor de leite, no mercado internacional o Brasil é o 3º maior produtor de queijo e o 9º maior exportador (ANUALPEC, 2007).

O processamento do leite está diretamente relacionado com a alimentação das vacas em lactação. O rendimento, o sabor e as características físico-químicas dos produtos lácteos processados na indústria são influenciados pela alimentação e também por outros fatores, tais como, a genética e a saúde da glândula mamária. Conhecer os fatores que afetam a composição do leite pode propiciar benefícios importantes ao produtor. Em primeiro lugar, trata-se de conhecimento útil na avaliação das dietas dos animais e pode levar efetivamente

à redução dos custos com a alimentação do rebanho, item com peso considerável na composição do custo de produção do leite.

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho contribuir para o desenvolvimento sustentável da bovinocultura de leite no norte de Minas Gerais por meio da avaliação econômica e zootécnica de vacas leiteiras mestiças alimentadas com diferentes volumosos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Diversas espécies forrageiras podem ser utilizadas para o processo de ensilagem. As culturas de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) parecem ser as espécies mais adaptadas ao processo de ensilagem, devido à considerável produção de matéria seca e excelente qualidade das silagens produzidas. Além destas espécies forrageiras, a planta de girassol também é uma opção viável, principalmente em regiões com regime pluviométrico bastante irregular.

O milho, o sorgo e o girassol têm sido utilizados como forrageiras na alimentação de ruminantes, na forma *in natura* ou conservada. A conservação de forragem através da ensilagem, embora mais dispendiosa do que o uso direto de pastagem, tem sido recomendada e viabilizada para utilização na época de seca (EMBRAPA, 1985).

Outra opção de suplementação animal é o uso de cana-de-açúcar. Levantamentos na década de 50 relataram que 75% dos estabelecimentos produtores de leite utilizavam esta forragem na alimentação dos rebanhos. Recentemente a cana-de-açúcar vem assumindo papel fundamental na alimentação animal, visto que apresenta uma série de características desejáveis, tais como: a grande produção de forragem por unidade de área (80 a 150 t/ha); o baixo custo de produção por tonelada de matéria seca (MS); a manutenção do valor nutritivo por até 6 meses após a maturação; e a época de colheita coincidente com o período de escassez de forragem nas pastagens (SILVA, 1993).

O sistema de produção de leite a pasto pode ser uma alternativa viável para redução dos custos. A comparação das diferentes fontes de volumosos para a produção de leite no Norte de Minas Gerais possibilitará ao produtor da região a escolha do volumoso mais adequado e/ou a integração destes, uma vez que a

utilização exclusiva da pastagem para produção de leite durante todo ano é limitante.

As pastagens tropicais, em consequência da estacionalidade da produção, não fornecem quantidades suficientes de nutrientes para a produção máxima dos animais, e o que se busca em uma forrageira é a capacidade de atender, pelo maior período possível, às demandas dos animais.

Dessa forma, considerando-se sistemas de produção nos quais se buscam índices elevados de eficiência, somente em situações particulares, e por pouco tempo, mesmo durante o verão, estas forrageiras seriam capazes de possibilitar que animais de bom potencial genético tivessem suas exigências atendidas (EUCLIDES, 2000).

2.1 A Silagem de Sorgo

A ensilagem do sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) vem ganhando papel de destaque, principalmente em regiões áridas e semiáridas onde a cultura se sobressai por sua maior resistência ao estresse hídrico. O sorgo possui sistema radicular bem desenvolvido, o que permite obtenção de água nas camadas mais profundas do solo, possui ainda menor superfície foliar que o milho, apresentando menor perda de água por transpiração (SERRANO, 1971).

O sorgo também produz silagens com boas características fermentativas e, depois do milho, é a cultura anual mais importante para produção de silagem. Além disso, a silagem de sorgo apresenta de 85-95% do valor nutritivo da silagem de milho (SEIFFERT & PRATES, 1978).

A partir dos anos 80, com o aparecimento de novas variedades (*Sorghum bicolor*) com teores reduzidos de tanino e de novas tecnologias no processo de ensilagem, a cultura do sorgo teve seu mercado ampliado (LEGARTO, 2000).

Uma das formas de utilização desses materiais na alimentação de ruminantes é a ensilagem. Todavia, existem critérios para avaliar o valor nutritivo desses alimentos conservados que, segundo Souza *et al.* (2003), são: consumo voluntário, digestibilidade e eficiência da utilização de nutrientes ingeridos. Nos ensaios que realizaram sobre o consumo voluntário das silagens de sorgo e de milho, em vacas leiteiras, não encontraram diferença no consumo entre estes dois tipos de forragem (3,3% do peso corporal), fato relacionado aos baixos teores de MS das silagens (26 a 27%), o que estaria de acordo com os resultados observados por McDonald *et al.* (1991). Conforme Legarto (2000), a digestibilidade da planta inteira do sorgo granífero é influenciada pelo seu estado de maturidade. Quando o teor de matéria seca foi de 30% e de 41%, os coeficientes da digestibilidade da matéria orgânica e da celulose bruta reduziram 2,4 e 13 pontos percentuais, respectivamente. Entretanto, Mizubuti *et al.* (2002) não observaram diferenças significativas da digestibilidade aparente da MS entre as silagens de milho e sorgo, mesmo com baixos teores de MS (29,56% e 24,94%, respectivamente).

2.2 A Silagem de Girassol

O girassol apresenta características pelas quais permite se adaptar bem em regiões onde a umidade é um fator limitante. E também devido a sua resistência ao frio (Castro *et al.*, 1997), enquadra-se como uma boa opção onde as condições climáticas são desfavoráveis para o milho e o sorgo (MCGUFFEY E SHINGOETHE, 1980). O cultivo do girassol após a retirada da cultura de verão, com idade de corte entre 104 e 111 dias, pode ser uma opção viável para a produção de silagem (SOUZA *et al.*, 2005).

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma dicotiledônea anual adaptada aos climas temperado, tropical e subtropical. O menor ciclo de produção, a

capacidade em utilizar a água disponível no solo e a tolerância à ampla faixa de temperatura são fatores que têm estimulado o cultivo do girassol para a produção de silagem. Indica-se a semeadura do girassol para ensilagem após a colheita da cultura principal, em período de safrinha, ou em locais onde a deficiência hídrica torna inviáveis culturas tradicionalmente utilizadas para esse propósito como milho e sorgo (GONÇALVES *et al.*, 1999).

O baixo teor de matéria seca é considerado como uma das desvantagens da cultura do girassol e tem sido um fator limitante na produção de sua silagem. Os dados nacionais sobre avaliações de silagens de girassol apresentam valores médios de 24,1% de matéria seca, abaixo dos 30-35% preconizados para produção de silagens de boa qualidade, e atribuídos ao fato da planta acumular muita umidade na haste e receptáculo floral, mesmo em estádios avançados de desenvolvimento (GONÇALVES *et al.*, 1999).

No entanto, segundo este mesmo autor, quando a ensilagem é conduzida de forma adequada, o girassol produz silagens com fermentação apropriada à conservação da forragem estocada. A silagem de girassol contém alto teor proteico e, devido ao elevado teor de óleo, também possui alto valor energético. Porém, a fração fibrosa geralmente apresenta maior porção de lignina e menor digestibilidade, quando comparada às silagens de milho e sorgo, características que podem restringir a aplicação da silagem de girassol para as categorias de animais mais exigentes.

2.3 A Cana-de-açúcar

Dentre as diversas vantagens de utilização da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na alimentação animal, ressalta-se o fato de ser esta espécie forrageira a de maior potencial de produção de MS e energia, por unidade de área, em um único corte, atingindo produções entre 15 e 20 t de

nutrientes digestíveis totais (NDT) por hectare, em comparação com o milho e sorgo que produzem cerca de 8 t de NDT/ha (LIMA & MATTOS, 1993).

Quando utilizada como alimento exclusivo para ruminantes, a cana-de-açúcar possui limitações importantes do ponto de vista nutricional, devido ao desequilíbrio de nutrientes, apresentando teores muito baixos de proteína bruta e de minerais, principalmente o fósforo. A ingestão voluntária de MS e a utilização da energia digerida são baixas, apesar da digestibilidade ser considerada como de valor intermediário (54 a 65%) (BOIN E TEDESCHI, 1993).

É de conhecimento geral que o desempenho dos animais pode ser satisfatório quando a cana-de-açúcar é corrigida quanto aos teores de proteína e mineral. A adição de 0,5 a 1,0% da mistura ureia/sulfato de amônia (9:1) à forragem, juntamente com o fornecimento suplementar de farelos, como fonte de proteína e carboidratos de menor solubilidade, tornou-se uma técnica bastante difundida e permite a obtenção de resultados satisfatórios de consumo e produção animal.

A capacidade da cana-de-açúcar em manter seu valor nutritivo durante um longo período de tempo, que coincide com a época de baixa disponibilidade de forragem nos pastos ou período da seca, permite que em pequenas e médias propriedades, a cana-de-açúcar seja colhida diariamente e fornecida fresca aos animais. Neste sistema, apesar de exigir disciplina diária, garante a utilização de forragem de qualidade adequada aos animais. Entretanto, nos confinamentos industriais e nas grandes propriedades produtoras de leite, a colheita diária da cana dificulta os tratamentos culturais nas áreas de cultivo e a reforma dos canaviais, que terão sempre planta em diversos estágios de desenvolvimento.

A utilização da cana na alimentação animal, fora do período da safra, também sofre restrições, porque a forragem apresenta menor valor nutritivo, devido ao baixo teor de sacarose (MATSUOCA & HOFFMANN, 1993), e

durante a época das chuvas a movimentação de máquinas no campo é difícil, causando a morte de plantas e prejudicando a manutenção do *stand* nos talhões.

2.4 A Pastagem de capim-tanzânia

As pastagens tropicais têm sido usadas no Brasil, para produção de leite, principalmente devido aos baixos custos de produção. A adubação das pastagens e a melhoria do manejo, utilizando-se o sistema de lotação rotacionada, ou pastejo rotacionado, aumentam a lotação das pastagens e a eficiência de uso das mesmas (LIMA, *et al.*, 2007). Em sistemas de pastejo rotacionado para vacas em lactação, é necessária a utilização de cultivares com grande capacidade de produção de massa verde e matéria seca por hectare e que responde bem à adubação e à irrigação, garantindo, assim, uma maior capacidade de suporte e pressão de pastejo. Além disso, é importante avaliar o valor nutritivo da forrageira para minimizar custos através da redução do fornecimento de concentrado. Uma boa opção para atender estes requisitos seria a utilização da espécie *Panicum maximum*, cv. Tanzânia-1.

O capim-tanzânia-1 teve origem na África, coletado na Tanzânia. No Brasil, foi introduzido pela EMBRAPA - Centro Nacional de Gado de Corte, no ano de 1990. Trata-se de uma planta cespitosa (touceiras), com cerca de 1,30 a 1,50 m de altura e folhas decumbentes. Essa cultivar apresenta florescimento mais concentrado do que o colônio comum, ou seja, a maior parte das inflorescências emerge em 15 dias. É uma planta exigente em fósforo e potássio, principalmente na fase de implantação, sendo que deve ser mantida em solo fértil. A cultivar Tanzânia-1 mostrou-se adaptada aos climas e solos no Acre, Pará, Brasília, Mato Grosso do Sul, Bahia, Minas Gerais e Paraná. Ela produziu bem desde latitudes 3° até 23° S, altitudes de 1.000 a 1.007 m acima do nível do mar, com precipitações anuais de 1.040 a 1.865 mm, e solos de pH de 4,9 até

6,8. É mais resistente às cigarrinhas-das-pastagens do que o capim-Colonião e Tobiata. Ocasionalmente são observados ataques de lagartas, necessitando do controle químico, e ocorrência de manchas foliares, sem expressão econômica (EMBRAPA GADO DE CORTE, 1990).

Em experimento de três anos de pastejo, o Tanzânia foi superior às cultivares Tobiata e Colonião, tanto em ganho por animal, quanto em ganho por área. O ganho diário por cabeça foi, em média, 720 g no período chuvoso e 240 g na seca. Em áreas corrigidas e adubadas, tem mostrado boa aceitabilidade pelos bezerros, com ganhos de peso superiores aos obtidos na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. O Tanzânia produziu 60% mais que o Colonião e 15% menos que o Tobiata em parcelas sob cortes manuais. Na seca produziu 10,5% do total anual, apresentou 80% de folhas durante o ano e produziu 26 t/ha/ano de matéria seca foliar, resultados esses semelhantes ao Tobiata, mas muito superiores ao Colonião. Os teores de proteína bruta nas folhas e colmos foram de 16,2 e 9,8 %, respectivamente, semelhantes ao Colonião e Tobiata e sem grandes variações ao longo do ano. As touceiras do capim Tanzânia são pastejadas por igual, devido ao porte médio e pequena lenhosidade dos colmos, o que não ocorre com o Colonião ou Tobiata, que apresentam rejeição de consumo após o florescimento (EMBRAPA, 2004).

2.5 Produção e composição do leite

A composição do leite é determinante para o estabelecimento da sua qualidade nutricional e a aptidão para o processamento e consumo humano. O leite apresenta uma variação normal de composição (Tabela 1).

TABELA 1. Composição Físico-química do leite

Constituinte	Teor (%)	Varição (%)
Água	87,30	85,5 – 88,7
Extrato seco desengordurado	8,80	7,9 – 10,0
Gordura	3,9	2,4 – 5,5
Lactose	4,6	3,8 – 5,3
Proteínas	3,25	2,3 – 4,4
Substâncias Minerais	0,65	0,53 – 0,80

Fonte: EPAMIG/ILCT, 2002.

A composição do leite pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles, fatores ambientais, nutricionais, genéticos e fisiológicos como a saúde da glândula mamária. A contagem de células somáticas tem sido associada a diversas alterações no leite e seus derivados.

Munro *et al.* (1984) encontraram resultados de mudanças como, desenvolvimento no sabor rançoso no leite cru, instabilidade no leite concentrado, diminuição do rendimento e dificuldade de fabricação dos produtos lácteos. Mudanças na composição do leite por elevadas concentrações de células somáticas foram constatadas também por Fonseca e Santos (2000). Os resultados apresentaram redução da lactose, caseína e cálcio, enquanto que os valores de sódio e cloro aumentaram.

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 açucarado, graças à presença de substâncias proteicas e minerais em estado coloidal” (ABREU, 2005).

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

gordurosos. Sendo assim, a maior parte dos países tem buscado executar programas de pagamento por qualidade, baseando-se no nível de contaminação microbiana, da avaliação dos teores de gordura e de extrato seco desengordurado.

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

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

Uma das características do leite bovino é a grande proporção de ácidos graxos (AG) saturados, com cadeias de 4 a 16 carbonos, resultantes da síntese *de novo*. Alguns destes AG são apontados como precursores do colesterol sanguíneo de baixa densidade (LDL), responsável por doenças cardiovasculares (PARODI, 1999). Entretanto, é interessante aumentar a participação de ácidos graxos de cadeia longa, mono e poli-insaturados, na composição da gordura do leite, visto que estes AG possibilitam redução da incidência de doenças coronarianas, com o aumento do colesterol de alta densidade, o HDL (DEMEYER & DOREAU, 1999).

Consoante este autor, a gordura do leite é originada a partir dos lipídios sintetizados na glândula mamária (40 a 50%) e dos ácidos graxos pré-formados

absorvidos da corrente sanguínea. Aproximadamente 10% dos AG circulantes têm origem na mobilização dos lipídios corpóreos, enquanto o restante é de origem dietética.

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

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

Para que ocorra a bio-hidrogenação, os ácidos graxos devem estar na forma não esterificada (“livre”). Como exemplo da bio-hidrogenação do ácido linoleico pela bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*, uma isomerase converte o ácido graxo linoleico (*cis*-9, *cis*-12 dieno metileno interrompido) em ácido *cis*-9, *trans*-11 dieno conjugado ou CLA. Esse metabólito intermediário é transitório, sendo rapidamente hidrogenado a *trans*-11 C18:1 (ácido vaccênico), que é liberado no ambiente ruminal. Os microrganismos secundários posteriormente hidrogenam a ligação *trans*-11 com a formação do produto final primário da bio-hidrogenação, o C18:0 (ácido esteárico) (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

Existe alta correlação entre os AG do leite e os da digesta duodenal; entretanto, a correlação entre os AG dietéticos e os do leite é baixa. São três os fatores que mais modificam os AG da dieta em relação aos absorvidos no duodeno (CHILLIARD *et al.*, 2000): primeiro, a população microbiana age

sobre os AG insaturados, promovendo a saturação, em uma rota denominada bio-hidrogenação ruminal; segundo, a microbiota ruminal sintetiza ácidos graxos de forma similar à síntese *de novo*; finalmente, a D9-desaturase age nos enterócitos e na glândula mamária, que inclui uma ligação dupla *cis*-9 nos AG, por exemplo, transformando o ácido esteárico (C18:0) em oleico (*cis*-9 C18:1) e o vaccênico (*trans*-11 C18:1) em CLA *cis*-9 *trans*-11 C18:2.

Silva *et al.* (2004) avaliaram a produção e a composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes proporções de silagem de girassol, em substituição à silagem de milho na dieta, e caroço de algodão como substituto parcial do concentrado. Os resultados apresentaram produções de leite, proteína e extrato seco total inferiores no tratamento com 100% de silagem de girassol em relação ao tratamento com 100% silagem de milho ($P < 0,05$). A substituição parcial de silagem de milho por silagem de girassol não afetou as produções de leite, gordura ou proteína. A substituição parcial de concentrados por caroço de algodão não afetou as características estudadas.

Comparando as forrageiras mais usadas para silagens no Brasil, Nascimento *et al.* (2008) avaliaram os efeitos das silagens de sorgo granífero, sorgo sacarino e milho sobre a ingestão, produção e composição química do leite e a digestibilidade dos nutrientes em vacas em lactação. A produção de leite total e corrigida a 4% de gordura foi maior entre as vacas alimentadas com silagem de milho; porém, a porcentagem de gordura do leite das vacas alimentadas com silagem de sorgo sacarino foi maior em comparação àquelas alimentadas com silagem de milho e silagem de sorgo granífero. A porcentagem de proteína foi maior no leite das vacas alimentadas com silagem de milho, intermediária no leite das vacas alimentadas com silagem de sorgo sacarino e menor no leite das vacas alimentadas com silagem de sorgo granífero. Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes foram maiores nas vacas alimentadas com a ração

à base de silagem de sorgo sacarino em comparação às rações à base de silagem de sorgo granífero e de milho.

É importante avaliar a produção e composição do leite produzido com diferentes volumosos, pois o tipo de volumoso pode ter efeito direto no processamento e no resultado final dos produtos derivados do leite. Na prática, os laticínios já observam e caracterizam o leite bom ou ruim para o processamento de acordo com o fornecedor. Isso às vezes não tem relação com a qualidade microbiológica do leite, mas sim com a alimentação que o produtor está utilizando.

2.5.1 Processamento do leite

A fabricação de queijos é uma forma conveniente de conservar o leite, transformando-o em um produto mais estável, palatável, cujas qualidades são mantidas, podendo ser padronizados ou adaptados às necessidades do mercado.

No Brasil, o consumo anual de queijo é de 2,3 kg *per capita*. O estado de Minas Gerais é o maior produtor brasileiro de queijos, com cerca de 200 t/ano, e responde pela metade do consumo nacional (PERRY, 2004).

O Minas frescal é um dos queijos mais populares do Brasil. Apresenta um bom rendimento que varia em média de 6,0 – 6,5 litros/kg. É um queijo bastante perecível em função do elevado teor de umidade. Em termos de padrões de consistência, textura, sabor, durabilidade e rendimento, tornou-se um queijo bastante variado, devido aos diferentes métodos de processamento utilizados (FURTADO, 1994).

O queijo Minas frescal é de origem brasileira, sendo produzido nos mais diversos estados, tendo sua fabricação iniciada no século XVIII em Minas Gerais, em regiões que o gado de leite era dominante (CAMPOS, 2001).

De acordo com Salinas (2002), a elaboração de um produto como o queijo exige leite de excelente qualidade, onde as contaminações bacterianas não sejam capazes de produzir desvios nos processos fermentativos ou que sabores estranhos não possam causar mudanças das propriedades organolépticas em detrimento de sua qualidade. Ainda segundo este autor, quando se classifica o queijo quanto à qualidade, o maior percentual de pontos se destina ao sabor e aroma (45), ao corpo e à textura (30), à cor (15) e à apresentação (10).

No Brasil são produzidos cerca de 72 tipos de queijos, dentre os quais o Minas frescal é o terceiro mais consumido, representando 9% da produção nacional, perdendo apenas para os queijos Mussarela, 33%, e o Prato, 24% (MARCHIORI, 2004).

Hoffman; Silva e Vinturin (2002) afirmam que o queijo Minas frescal é um produto de massa crua, com alto teor de umidade (46-55%) e não maturada, que deve ser consumido nos primeiros quinze dias após sua fabricação, sendo, portanto, um produto altamente perecível.

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo – ABIQ (2007), a composição recomendada para o queijo Minas frescal é de 40% (mínimo) de gordura no extrato seco, 16 g de lipídios/100 g; 2 g de carboidratos/100 g; 18 g de proteínas/100 g; 225 kcal/100 g.

No processo tradicional de fabricação do queijo Minas frescal, a coagulação enzimática da caseína se dá com uso de coalho, em 30 a 40 min. a 35-37 °C quando se usa fermento ou 40-42 °C quando não se usa fermento. Segue-se ao corte, a dessoragem e a enformagem. A salga pode ser feita por salmoura a 20% a 10-12 °C. Esse tipo de queijo não sofre processo de cura (CAMPOS, 2001).

Durante a fabricação, o queijo Minas frescal apresenta vários pontos críticos que podem conduzir às alterações no produto final, tais como: alta contaminação microbiológica da matéria-prima, recontaminação do leite pós-

pasteurização, temperaturas inadequadas de fabricação e armazenamento (SANTOS; NOGUEIRA; CUNHA, 1995). No processamento do queijo Minas frescal foram encontrados entre a pasteurização até a coagulação um aumento de 3,38 ciclos \log_{10} de coliformes fecais.

O grupo de coliformes totais inclui a família das Enterobactérias e as bactérias na forma de bastonetes Gram negativos, não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35 °C. A definição dos coliformes fecais é a mesma, porém restringindo-se aos mesmos capazes de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas a 45 °C (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001).

2.5.2 Perfil de ácidos graxos e análise sensorial do queijo

Já há muito tempo preconizou-se que os ácidos graxos dos alimentos mantinham relação proporcional entre saturados e poli-insaturados, variando de acordo com o conhecimento sobre a influência que cada um deles pode desenvolver no organismo. Para os saturados de 12 a 16 átomos de carbono (láurico, mirístico e palmítico), sabe-se que em certas condições podem favorecer as hipercolesterolemias e produção de lipoproteínas de baixa densidade (LDL). O ácido esteárico (C18:0), sendo saturado como os anteriores e abundante nas carnes, gorduras do leite e do cacau, entre outras, não teria, ao contrário, essa capacidade, já que uma desaturase pode convertê-lo no organismo em ácido oleico (C18:1 ω -9). Os poli-insaturados como o linoleico (C18:2 ω -6) e o linolênico (C18:3 ω -3), dos quais os azeites de sementes são tão ricos, devem entrar na dieta, pois o organismo não pode sintetizá-los, e cumprem funções muito importantes (SALINAS, 2002).

A gordura tem uma função muito importante no processamento do queijo, quanto às características organolépticas (O'CONNOR; O'BRIEN, 2000).

Segundo Perry (2004), os produtos da lipólise dos triglicérides, como ácidos graxos de cadeia curta, são importantes na formação do sabor e aroma de diversos produtos, principalmente em queijos. Os principais ácidos graxos formados são butírico, caproico, caprílico, cáprico e láurico.

O papel da lipólise sobre a formação de sabor no queijo Minas ainda permanece desconhecida. Para isso, são necessários estudos de reconhecimento do perfil de ácidos graxos e posterior avaliação do efeito da variação da sua concentração e da sua proporção sobre o sabor (SABIONI, 2005).

A análise sensorial pode determinar a aceitabilidade e a qualidade dos alimentos, com o auxílio dos sentidos humanos como paladar e olfato. Os métodos sensoriais são agrupados em analíticos e afetivos. Os testes afetivos são uma importante ferramenta porque acessam a opinião do consumidor já estabelecido, ou potencial de um produto, sobre características específicas do produto ou ideias sobre o mesmo, por isso são chamados de teste de consumidor e são representados pelos testes de preferência e aceitação (FERREIRA, 2000).

Para avaliar a preferência dos consumidores, recomenda-se fazer a análise sensorial usando o teste de ordenação, que segundo Chaves e Sproesser (1999) *apud* Ferreira (2000), é uma técnica utilizada para fazer comparações simultâneas de duas ou mais amostras codificadas. Os provadores são solicitados a classificá-las em ordem crescente ou decrescente, pela intensidade de alguma característica específica de qualidade sensorial como cor, volume, textura/consistência, sabor, etc.

2.6 Aspectos econômicos das pastagens e da suplementação volumosa

A estacionalidade de produção das forrageiras tropicais é apontada como uma das maiores limitações para a exploração de bovinos leiteiros nos trópicos. No entanto, essa situação está sendo modificada. Segundo Oliveira e Campos

(2005), a estacionalidade da produção de leite no Brasil, de 17,1%, no quadriênio 1993 a 1996, reduziu para 10,8% no quadriênio 2001-2004, num sinal claro que os produtores de leite estão conseguindo contornar este problema com sucesso.

Dados do Diagnóstico da Pecuária Leiteira no Estado de Minas Gerais (1996) indicaram que 89,74% dos produtores forneciam alimentação volumosa suplementar durante o período de seca para vacas em lactação.

Levantamentos mais recentes sobre frequência de adoção de alimentação volumosa suplementar no período da seca foram obtidos do Diagnóstico da Pecuária de Leite no Estado de Minas Gerais (FAEMG, 2006) através de uma pesquisa com mil produtores de leite entrevistados. Observou-se que, em média, a cana-de-açúcar e a capineira constituíram as principais opções de volumoso alimentar. Contudo, a participação da silagem de milho aumentou e tornou-se maior nos estratos de maior produção de leite, pois nestes estratos a produtividade dos rebanhos foram maiores. Além disso, verificou-se que o cultivo do sorgo para ensilagem é prática pouco adotada, provavelmente, segundo a pesquisa, em razão da falta de difusão das vantagens da planta quanto aos aspectos agrônômicos, como maior produção por área e menor demanda hídrica que a cultura do milho.

Na EMBRAPA Gado de Leite, os pesquisadores Vilela e Resende (2001) *apud* Matos (2007) reavaliaram os dados experimentais de um estudo com produção de leite a pasto, quando comparado com animais confinados. Apesar dos 20% de redução na produção das vacas mantidas a pasto, o sistema de produção intensiva a pasto superou em 34% a margem bruta obtida com vacas confinadas, recebendo dieta complementar.

Segundo Matos (2007), a utilização de pastagens por rebanhos leiteiros pode reduzir os custos de produção de leite, principalmente pela redução nos dispêndios com alimentos concentrados, com combustíveis e com mão-de-obra.

Nussio e Nussio (2003) simularam a eficiência bioeconômica de diferentes fontes de volumosos para vacas de leite de 15 a 25 kg/dia de leite, utilizando as exigências nutricionais e o valor nutritivo preditos no NRC (2001). Os autores verificaram que a utilização da silagem de milho propiciou o menor custo da alimentação por vaca dia e por litro de leite produzido, devido à menor participação de concentrado na dieta. Todavia, na avaliação de produtividade e receita por unidade de área (ha), a cana-de-açúcar apresentou os melhores resultados. Costa (2004) também comparou dietas à base de silagem de milho com dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes níveis de concentrados na dieta (40, 50, e 60%, base da MS) para vacas com produção de 20 kg/dia. O autor verificou que o saldo da alimentação por vaca foi maior na dieta com silagem de milho. Quando avaliou o efeito do rendimento forrageiro, a cana-de-açúcar apresentou maior saldo com alimentação por unidade de área.

Oliveira (2005), de forma semelhante, avaliou o desempenho de vacas com produção de 20 kg/dia recebendo dietas à base de silagem de milho (60%, base da MS) ou cana-de-açúcar (40%, base da MS). Ao simular esses resultados de pesquisa num sistema real de produção de leite em confinamento, o autor verificou que a dieta à base de silagem de milho proporcionou maior margem líquida da atividade leiteira por vaca e por kg de leite, enquanto que a da cana-de-açúcar proporcionou maior margem líquida total e por unidade de área da atividade, em razão do maior rendimento forrageiro. Isto possibilitou aumentar o número de animais no rebanho. Ao avaliar a taxa de retorno do capital investido, observou-se que a dieta à base de cana-de-açúcar aumentou a rentabilidade do sistema de produção de leite.

Pereira (2007) apresentou resultados de um estudo de simulação sobre o valor bioeconômico de diferentes fontes de forragens conservadas para bovinos de corte e leite. Foram avaliadas 16 forragens, parte delas: silagem de milho, silagem de sorgo, silagem de girassol, silagem de cana-de-açúcar e silagem de

capim-tanzânia. Os custos de produção por área e por unidade de área de MN (Matéria Natural), MS (Matéria Seca) ou de nutrientes produzidos das forrageiras selecionadas são apresentados na tabela 2.

TABELA 2. Custos de produção por área e por unidade de matéria natural ou seca e nutrientes produzidos das forrageiras selecionadas

Forragens	Custo total de produção				
	R\$/ha/Ano	R\$/ha/MN	R\$/ha/MS	R\$/ha/PB	R\$/ha/NDT
Silagem de milho	2.340,63	58,52	189,25	2.606,73	293,45
Silagem de sorgo	2.384,12	52,98	171,90	2.569,55	282,60
Silagem de girassol	2.326,44	46,53	194,93	2.149,12	284,81
Silagem de cana-de-açúcar	4.232,77	45,02	171,30	2.130,57	296,41
Silagem de capim-tanzânia	3.727,08	39,36	186,35	2.426,40	333,06

Fonte: Adaptado de Rezende (2006); Boletim do Leite (Fevereiro de 2003); Agrobte (2006). Preços corrigidos para janeiro de 2007.

A silagem de cana-de-açúcar apresentou o menor custo de produção de MS entre as opções devido ao elevado rendimento forrageiro da cultura da cana-de-açúcar. Todavia, em razão do baixo teor de NDT (Nutrientes Digestíveis Totais), o custo de produção de NDT torna-se superior aos da silagem de milho, sorgo e girassol, mas menor que das silagens de capins tropicais. No entanto, a escolha da forrageira de menor custo não deve está em função apenas do seu custo de produção, mas também do nível de produção de leite da vaca e de suas exigências nutricionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANUALPEC 2007. **Anuário da pecuária brasileira.** São Paulo: FNP, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABIQ. **Informações sobre produção de queijo Minas frescal no Brasil.** Disponível em: <<http://www.abiq.com.br>>. Acesso em: 06 maio 2007.

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

BOIN, C., TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 107-126.

BRANDÃO, S. C. C. O futuro da qualidade do leite brasileiro. **Indústria de Laticínios**, São Paulo, v. 5, n. 28, p. 68-71, 2000.

CAMPOS, D. C. **Queijo:** breve histórico e principais características. Núcleo de apoio à pesquisa em microbiologia. Piracicaba: ESALQ, 2001. 59 p.

CARNEIRO, A. V. **Sistemas de referências de produção de leite:** região norte de Minas. MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento), 2008. Disponível em: <<http://www.cileite.com.br>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A. **A cultura do girassol:** tecnologia de produção. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 1997. Documentos, 67

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

COSTA, C. N.; SOUZA, M. A.; FREITAS, A. F. de. **A evolução da produção de leite no estado de Minas Gerais e a participação do rebanho da raça Holandesa no período de 1990 a 2005**. Embrapa Gado de Leite. 2008. Disponível em: <[http://www.cileite.com.br/panorama do leite/especial23html](http://www.cileite.com.br/panorama_do_leite/especial23html)>. Acesso em: 21 jan. 2009.

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

EMBRAPA-CNPGL. Boletim de Pesquisa, n. 11. 1985.

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Capim Tanzânia-1**: uma opção para a diversificação das pastagens. Campo Grande, 1990.1 folder.

EMBRAPA-CPAFRO. Germoplasma forrageiro para formação de pastagens. **Gramínea Forrageira**: tanzânia-1. Rondônia, 2004.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Instituto de Laticínios Cândido Tostes-EPAMIG/ILCT. **Métodos físico-químicos para controle de qualidade**. Juiz de Fora-MG, 2002, p. 63.

EUCLIDES, V. P. B. **Alternativas para intensificação da produção de carne bovina em pastagem**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 65 p.

FUNDAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS-FAEMG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do estado de Minas Gerais em 2005**: relatório de pesquisa. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. 156 p. FERREIRA, V. L. P. (Coord.). **Análise sensorial**: testes discriminativos e afetivos. Campinas: SBCTA, 2000. 127 p.

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

FURTADO, M. M. **Tecnologia de queijos**: manual técnico para produção industrial de queijos. São Paulo: Dipemar, 1994. 118 p.

GONÇALVES, L. C.; TOMICH, T. R. Utilização do girassol como silagem para alimentação bovina. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DE GIRASSOL, 1., 1999, Itumbiara. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 21-30.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção da pecuária municipal**. 2007, v. 35.

LEGARTO, J. L. L'utilisation en ensilage plante entière des sorghos grains et sucriers: intérêt et limites pour les régions sèches. **Fourrages**, Versailles, n. 163, p. 323-338, 2000.

LIMA, M. L. M., MATOS, W. R. S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 77-105.

LIMA, M. L. P. et al. **Vacas leiteiras mantidas em rotacionado de capim-elefante guaçu e capim-tanzânia**: produção e composição do leite. 2007. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/2007html>>. Acesso em: 31 maio 2009.

MARCHIORI, E. Queijo: o tesouro que vem do leite. **Indústria de Laticínios**, São Paulo, n. 50, p. 20, mar./abr., 2004.

MATOS, L. L. de. Aspectos econômicos da utilização de pastagens na pecuária leiteira. In: TORRES, R. de A. (Ed.). **Tecnologia para o desenvolvimento da pecuária de leite familiar do Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 53-54.

MATSUOKA, S., HOFFMANN, H. P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 17-35.

McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 339 p.

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

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

MIZUBUTI, I. Y. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 267-272, 2002.

MUNRO, G. L.; GRIEVE; P. A; KITCHEN, B. J. Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and and yield and quality of milk products. **International Journal of Dairy Technologic**, v. 39, p. 7-16, 1984.

NASCIMENTO, William Gonçalves et al. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 896-904, 2008.

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

NUSSIO, L. G.; NUSSIO, C. M. B. Aspectos técnicos e econômicos que afetam a escolha de forragem suplementar. In: SIMPÓSIO SOBRE A PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE-INTERLEITE, 6., 2003. Uberaba. **Anais...** Uberaba: FMVZ, 2003. p. 123-135.

O'CONNOR, T. P.; O'BRIEN, N. M. Nutricional aspects of cheese. In: FOX, P. F. et al. **Fundamentals of cheese science**. Gaithersburg: An Aspen Publication, 2000. cap. 21, p. 504-513.

OLIVEIRA, A. S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas á base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. 2005. 97 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, 2005.

OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S. Situação atual e perspectivas do mercado de leite no Brasil e no mundo. In: RENNÓ, F. C. et al. Salinas. **Anais...** Salinas: Editora Universitária Unimontes, p. 1-13, 2005.

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

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

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

PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, A. S.; RIBEIRO, K. G. Recurso forrageiro alternativo: viabilidade econômica de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS TEMAS EM EVIDÊNCIA, 6., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. p. 199-309.

REZENDE, H. **Custos de forrageiras**. Disponível em: <<http://cnpgl.embrapa.br/precos/comprecos/resumos.xls>>. Acesso em: 15 mar. 2007.

SABIONI, J. G. Contribuição da atividade lipolítica e proteolítica na formação de flavor em queijos e no desenvolvimento de produtos aromáticos de origem Láctea. **Informativo da Escola de Nutrição**. Universidade Federal de Ouro Preto. Disponível em: <<http://www.nutline.enut.ufop.br/artigos/artigo13.html>>. Acesso em: 19 set. 2005.

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição**: introdução à bromatologia. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SANTOS, F. A. P. et al. Desempenho de vacas em lactação recebendo dietas com diferentes teores de amido total, acrescidas ou não de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1568-1575, 2006.

SANTOS, F. A.; NOGUEIRA, N. A. P.; CUNHA, G. M. **Aspectos microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em Fortaleza-CE**. Curitiba: Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, v. 13, n. 1, p. 31-36. jan./jun., 1995.

SEIFFERT, N. F.; PRATES, E. R. Forrageiras para ensilagem: II valor nutritivo e qualidade de silagem de cultivares de milho (*zea mays*, L.) sorgos (*Sorghum sp*) e milhetos (*Pennisetum americanum*, Schum). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 7, n. 2, p. 183-195, 1978.

SERRANO, J. M. R. El sorgo híbrida despierta interés en las Américas. La **Hacienda**, Kissimmée, v. 66, n. 5, p. 36-37, 1971.

SILVA, B. O. et al. Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 6, p. 750-756, 2004.

SILVA, N. da; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. 2. ed. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. 105 p.

SILVA, S. C. A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: SANTOS, F. A. P. et al. **Volumosos para bovinos**. FEALQ, 1993. p. 59-74.

SOUZA, B. P. S. Composição bromatológica da silagem de quatro genótipos de girassol ensilados em cinco diferentes idades de cortes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, p. 204-211, 2005. Suplemento.

SOUZA, V. G. et al. Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 753-759, 2003.

**CAPÍTULO I – CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE,
PRODUÇÃO DE LEITE E ANÁLISE ECONÔMICA DE DIETAS COM
DIFERENTES VOLUMOSOS**

RESUMO

MARTINS, Susi Cristina dos Santos Guimarães. **Consumo e digestibilidade aparente, produção de leite e análise econômica de dietas com diferentes volumosos**. 2010. Cap. I, p. 35 – 77. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o consumo de matéria seca e dos nutrientes das dietas com diferentes volumosos (cana-de-açúcar, silagem de sorgo, silagem de girassol e pasto de capim-tanzânia) consumidas por vacas mestiças no Norte de Minas Gerais. Foi avaliada a composição, o consumo e a digestibilidade dos alimentos e das dietas, o ganho de peso corporal das vacas, os níveis de glicose e ureia plasmática, a produção de leite e o custo de produção das dietas e do leite produzido com os diferentes volumosos. Utilizaram oito vacas mestiças com aproximadamente 200 dias de lactação em dois quadrados latinos 4 x 4 (4 animais, 4 dietas, 4 períodos). Os períodos foram de dezoito dias sendo quinze dias de adaptação e três dias de coletas de dados. Nos três dias de coleta de cada período foram registradas as produções de leite de cada vaca e coletadas as sobras do cocho e do pasto para determinar o consumo. Parte das amostras coletadas foram analisadas quanto à composição bromatológica. Amostras dos alimentos, das sobras e das fezes foram incubadas no rúmen de um animal fistulado para posterior determinação da fibra em detergente ácido indigestível e estimativa da produção fecal. Em relação ao consumo: de matéria seca (MS), foi inferior ($P < 0,05$) para a dieta com silagem de girassol; da fibra em detergente neutro, foi inferior ($P < 0,05$) para as dietas com cana-de-açúcar e silagem de girassol; da proteína bruta e do extrato etéreo não diferiram ($P > 0,05$) entre as dietas; dos carboidratos não fibrosos, foi maior ($P < 0,05$) para a dieta com cana-de-açúcar, intermediário na silagem de girassol e inferior na silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia. O consumo dos nutrientes digestíveis totais foram maiores ($P < 0,05$) nas dietas com cana-de-açúcar e com pasto de capim-tanzânia. O ganho de peso foi superior ($P < 0,05$) para as vacas alimentadas com cana-de-açúcar e silagem de sorgo, e para as dietas com silagem de girassol e capim-tanzânia houve perda de peso e do escore corporal. A avaliação do escore corporal final foi igual ($P > 0,05$) para todas as dietas. A glicose plasmática não diferiu ($P > 0,05$) entre as dietas, já os níveis de ureia plasmática foram menores ($P < 0,05$) nas vacas alimentadas com dietas com cana-de-açúcar e silagem de sorgo. A produção de leite foi igual ($P > 0,05$) entre as dietas experimentais. A

¹ Comitê Orientador: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – DCA/UNIMONTES (coorientador).

dieta à base de silagem de girassol apresentou baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro. Das dietas avaliadas, a cana-de-açúcar apresentou o maior custo, e a dieta com pasto de capim-tanzânia foi a de menor custo. A renda líquida do leite foi quantitativamente menor para a dieta com cana-de-açúcar e maior em ordem crescente para as dietas a base de silagem de girassol, silagem de sorgo e pasto com capim-tanzânia.

ABSTRACT

MARTINS, Susi Cristina dos Santos Guimarães. **Intake and apparent digestibility, milk production and economic analysis of diets with different roughages**. 2010. Chapter 1 p. 35 - 77. Dissertation (Master's degree in Animal Science) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil¹.

The purpose of this study was to evaluate the dry matter and nutrient intake of diets with different roughage (sugar cane, sorghum silage, sunflower silage and Tanzania-grass pasture) eaten by crossbred cows in the North of Minas Gerais. The composition, intake and digestibility of foods and diets, the body weight gain of cows, glucose levels and plasma urea, milk production and the production cost of the diets and milk produced with the different forages. Eight crossbred with approximately 200 days of lactation were used in two Latin squares 4 x 4 (4 animals, 4 diets, 4 periods). The periods were eighteen days, being fifteen days for adaptation and three days for data collection. In that three days of collection of each period were recorded milk yield per cow and collected the remains at trough and on the pasture to determine the consumption. Part of the samples were analyzed for bromatological composition. Samples of food, of remains and of feces were incubated in the rumen of a fistulated animal for subsequent determination of acid detergent fiber and estimate faecal output. In relation to consumption of: dry matter (DM) was lower ($P < 0.05$) for the diet with sunflower silage; neutral detergent fiber was lower ($P < 0.05$) for diets with sugarcane and sunflower silage; crude protein and ether extract did not differ ($P > 0.05$) among the diets; non-fiber carbohydrates was higher ($P < 0.05$) for the diet with sugarcane, intermediate in the sunflower silage and lower in sorghum silage and Tanzania grass pasture. The consumption of total digestible nutrients were higher ($P < 0.05$) in diets with sugarcane and Tanzania grass pasture. Weight gain was higher ($P < 0.05$) for cows fed with sugarcane and sorghum silage, and there was loss of weight and body condition score for diets with sunflower silage and Tanzania grass pasture. The evaluation of the final body score was similar ($P > 0.05$) for all of the diets. Plasma glucose did not differ ($P > 0.05$) between the diets, but the levels of plasma urea were lower ($P < 0.05$) in cows fed with sugarcane and sorghum silage diets. Milk production was similar ($P > 0.05$) between the experimental diets. The sunflower silage diet presented low digestibility of neutral detergent fiber.. Amongst the evaluated diets, the sugarcane one had the highest cost and the Tanzania grass grazing, the least one. Net income from milk was quantitatively lower for the sugarcane diet and higher in increasing order for diets based on sunflower silage, sorghum silage and Tanzania grass grazing.

¹ Guidance Committee: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DAC/UNIMONTES (Advisor); Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – DAC/UNIMONTES (co-advisor).

1 INTRODUÇÃO

O consumo de matéria seca (CMS) e a digestibilidade dos alimentos é o fator mais importante na nutrição animal, visto que determina a quantidade de nutrientes ingeridos pelo animal e conseqüentemente o seu desempenho. O bom manejo nutricional é importante para que os animais expressem seu potencial, aumentando a resposta produtiva por unidade de uso de nutrientes (LANA, 2007).

De acordo com Allen (2000), as características físicas e químicas dos ingredientes da dieta e suas interações podem ter um grande efeito sobre o consumo de matéria seca. Para Mertens (1994), a regulação do consumo é determinada em dietas com alta densidade energética pela demanda fisiológica de energia, enquanto em dietas com baixo valor nutricional a capacidade física de enchimento do rúmen deve ser considerada (VAN SOEST, 1994).

A silagem de milho é considerada o alimento volumoso padrão para animais ruminantes, com valor nutritivo referencial. Entretanto, sua produção e qualidade são incertas a cada ano, por serem influenciadas pela disponibilidade de água no solo (NUSSIO, 1991). Portanto, torna-se um risco implantar tal cultura numa região semiárida como o Norte de Minas Gerais. Assim é necessária a busca por uma cultura alternativa menos susceptível aos veranicos que ocorrem no período chuvoso para garantir uma adequada produção de forragem aliada à qualidade e ao baixo custo.

A cana-de-açúcar, a silagem de sorgo, a silagem de girassol e o pasto de capins tropicais, como o de capim-tanzânia, são culturas tolerantes aos baixos índices pluviométricos. Contudo, é necessário avaliar o consumo voluntário de matéria seca, a digestibilidade e a eficiência da utilização dos nutrientes ingeridos destes volumosos para garantir uma adequada produção de leite e uma boa relação custo:benefício.

De modo geral, a cana-de-açúcar apresenta baixa digestibilidade e, portanto, um animal alimentado à vontade consegue ingerir quantidade limitada de cana, uma vez que o consumo está diretamente relacionado com o conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN). Entretanto, estudos têm comprovado que a cana-de-açúcar apresenta valores similares aos da silagem de milho para produções de leite de vacas de média produção, quando o nível de concentrado é maior que 50% (MENDONÇA, *et al.*, 2004).

Nos ensaios sobre o consumo voluntário das silagens de sorgo e de milho com baixo teor de matéria seca (26 a 27%) com vacas leiteiras, pesquisadores do Institutd'Elevage (1990) não encontraram diferença entre estes dois tipos de forragem (3,3% do peso corporal), o que está de acordo com os resultados encontrados por McDonald *et al.* (1991). Assim como quanto a digestibilidade, Mizubuti *et al.*, (2002) não observaram diferenças significativas entre as silagens de milho e sorgo, mesmo com baixos teores de matéria seca (29,56 e 24 94%, respectivamente).

Em sistema de pastejo, pesquisas recentes têm buscado a formação e o manejo de pastagens em que os animais tenham condições de selecionar uma dieta com 14 a 16% de proteína bruta e digestibilidade superior a 60% e tenham massa de forragem disponível para obter taxas de lotação de 4 a 5 unidades animal por hectare (DERESZ *et al.*, 2001).

O consumo é um dos principais fatores na determinação do desempenho animal, e a maioria dos estudos mostrou que o consumo das dietas contendo silagem de girassol é adequado (BERGAMASCHINE *et al.*, 1999; RIBEIRO *et al.*, 2002). Contudo, quando o consumo de matéria seca das dietas contendo silagem de girassol é comparado ao de outros volumosos, os dados de literatura não são conclusivos (Gonçalves *et al.*, 2000). Leite (2002) observou que a substituição total da silagem de milho pela silagem de girassol na dieta de vacas em lactação promoveu redução significativa de 17% na ingestão de matéria seca,

enquanto a substituição parcial (34% e 66%) não afetou o consumo. Deste modo, o consumo do alimento pelo animal é considerado um índice de fundamental importância na avaliação do valor nutritivo dos alimentos, tendo em vista que o volume de nutrientes ingeridos e o desempenho animal dependem da quantidade e qualidade de alimentos consumidos (DIAS *et al.*, 2001).

Segundo Van Soest (1994), a digestão pode ser definida como um processo de conversão de macromoléculas da dieta em compostos mais simples, que podem ser absorvidos a partir do trato gastrointestinal. Para esse autor, medidas de digestibilidade dos nutrientes servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo.

A digestibilidade aparente de um alimento é considerada a proporção do alimento ingerido que não foi excretada nas fezes, não considerando a matéria metabólica fecal, representada, principalmente, pelas secreções endógenas, contaminação por microrganismos e descamações do epitélio. Segundo Minson (1990), a quantidade de matéria metabólica fecal secretada nas fezes varia de 0,098 a 0,129 g/g de matéria seca ingerida, este valor quando descontado da digestibilidade aparente obtém-se a digestibilidade verdadeira do alimento.

Assim, a qualidade da forragem é uma expressão utilizada como referência ao valor nutritivo da massa de forragem em interação com o consumo efetuado pelo animal e com o potencial de desempenho do animal.

A decisão sobre a estratégia de alimentação com forragens a ser adotada é influenciada por diversos fatores. O valor bioeconômico das forrageiras é dinâmico e depende do nível de produção dos animais, do valor nutritivo da forragem, da aptidão e produtividade agrícola da região, do clima, dos custos de produção da forrageira, da disponibilidade de recursos financeiros e material, da disponibilidade e preços dos alimentos concentrados, da capacidade de gerenciamento de riscos e nível cultural dos produtores (PEREIRA, 2007).

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo, a digestibilidade, os parâmetros sanguíneos, a produção de leite e a viabilidade econômica da utilização de diferentes volumosos (cana-de-açúcar, silagem de sorgo, silagem de girassol e pasto-tanzânia) na alimentação de vacas mestiças, no Norte de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento e delineamento estatístico

O experimento foi realizado no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - *Campus* Salinas. Salinas está situada no Norte de Minas Gerais a 16° 09'12" S de latitude, longitude 42°18'29" WG e altitude de 475 m. O município apresenta baixo índice de pluviosidade, com uma média anual em torno de 700 mm de chuvas. O solo, em geral é bastante acidentado e de baixa fertilidade natural. Segundo a classificação de Koppen, o tipo de clima predominante na área em estudo é o Aw, caracterizado pela existência de uma estação seca, bem acentuada no inverno, tendo pelo menos um mês com uma altura de chuvas inferior a 60 mm, e em que a temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C (EPAMIG, 1994). No período experimental, de março a maio do ano de 2009, a temperatura média foi de 21,6 °C, a pluviosidade de 175,4 mm e a umidade relativa média do ar de 78,9%.

Foram utilizadas oito vacas mestiças 1/2 (Holandês/Gir Leiteiro), com potencial para 20 kg de leite e com período médio de lactação de aproximadamente 200 dias. O delineamento experimental adotado foram dois quadrados latinos 4 x 4, compostos de quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais cada. Foram utilizadas 4 dietas experimentais, uma para cada um dos volumosos estudados (cana-de-açúcar, silagem de girassol, silagem de sorgo e pastagem de capim-tanzânia). O experimento teve duração de 72 dias, sendo dividido em quatro períodos de 18 dias, sendo que os 15 primeiros dias de cada período foram para adaptação dos animais às dietas, e os três últimos para coleta de dados, segundo metodologia descrita por Santos *et al.* (2006).

2.2 Produção dos volumosos

As silagens de sorgo e de girassol foram produzidas em 2008. O sorgo utilizado foi o IPA 70301011, esta cultivar de sorgo granífero é indicada para regiões do semiárido, pois apresenta resistência aos períodos de estiagem e eficiência no uso da água no solo. A altura média é de 170 cm, florescimento aos 65 dias, ciclo de produção de 90 a 120 dias sendo este plantado no início de março e colhido no mês de junho com 110 dias do plantio. A ensilagem do sorgo foi realizada quando os grãos da panícula se apresentavam na fase de pastoso a farináceo e este foi armazenado em silo de superfície.

O girassol utilizado foi o híbrido 251. Esta cultivar apresenta boas características forrageiras, com menor concentração de óleo (40 a 44%), ótima resistência ao acamamento com altura média das plantas de 170 a 210 cm, apresenta florescimento aos 52 a 65 dias e maturação fisiológica entre 90 e 115 dias. A densidade de plantio foi de 50.000 plantas/ha. O girassol foi ensilado, em silo de superfície, com 95 dias após o plantio quando apresentava as folhas e as brácteas com coloração parda e o capítulo caído. No entanto, devido à falta de homogeneidade da cultura neste estágio, a silagem apresentou baixo teor de matéria seca o que comprometeu a qualidade da silagem.

A cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a variedade SP 79-1011. Esta variedade tem uma exigência média em fertilidade do solo, média produção agrícola, despalha natural, resistência ao tombamento, presença de pêlos, ausência de chochamento e florescimento, maturação média, alto teor de sacarose, colheita em condições de sequeiro de junho/setembro, suscetibilidade à ferrugem, tolerância à estria vermelha e à escaldura e tolerância intermediária a broca/podridões e ao carvão.

A pastagem de capim-tanzânia foi implantada há mais de seis anos. Foi feita uma adubação nitrogenada com 100 kg/ha distribuídos em duas parcelas.

Os piquetes foram divididos em áreas que tivessem forragem disponível de forma a oferecer 50% a mais da capacidade de consumo do animal. Para isso foi feita a coleta de amostras de pasto através do quadrado com área conhecida. Essas amostras foram pesadas e calculou-se a quantidade de pasto por metro quadrado. A quantidade média determinada foi de 64 t/ha de massa verde. De acordo com a quantidade disponível, foi determinada a área de cada piquete. As vacas ficaram em piquetes separados e o período de pastejo foi de três dias.

2.3 Instalações e manejo dos animais

Seis vacas foram mantidas em baias individuais de 20 m² com parte do piso cimentado e parte de terra, separadas por cerca de arame liso com área coberta de 6 m², dotadas de cochos e bebedouros. As duas vacas que receberam tratamento à base de pasto de capim-tanzânia ficavam em piquetes, uma vaca em cada piquete, separados com cerca elétrica dotados de bebedouro e cocho com mineral. As vacas foram ordenhadas com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 7:30 e às 15:30 h, utilizou-se solução *pré-dipping* e *pós-dipping* nos tetos de todos os animais, sendo adotado o mesmo manejo para todos os grupos experimentais.

2.4 Composição das dietas, fornecimento e consumo

As dietas foram formuladas conforme o NRC (2001) para vacas com média de 550 kg de peso vivo e potencial de produção de 20 litros/dia. As dietas foram formuladas para serem isoproteicas, as quais foram fornecidas para as vacas duas vezes por dia: às 08:00 h e às 16:00 h. Os volumosos (cana-de açúcar picada, silagem de sorgo e silagem de girassol) de cada tratamento foram pesados em balança digital colocados nos respectivos cochos e misturados com

parte do concentrado. A outra parte do concentrado foi fornecida na hora da ordenha.

As vacas que estavam na pastagem receberam todo o concentrado na hora da ordenha (manhã e tarde). As sobras do cocho foram pesadas e registradas, e as dietas foram ajustadas de acordo com as sobras, mantendo a relação volumoso:concentrado com base na MS, de forma que as sobras representassem 10% da quantidade fornecida. O consumo foi estimado através da quantidade fornecida subtraindo das sobras.

As sobras das pastagens também foram registradas através de amostras retiradas pelo quadrado com área conhecida para determinar o consumo de pasto. O consumo aparente de pasto foi estimado através do método agrônômico (Lascano *et al.*, 1990 apud Lopes, 2007), através da equação:

$$\text{Consumo de MS (kg/ha)} = \text{Massa disponível de forragem (kg/ha de MS)} - \text{Massa residual de forragem (kg/ha de MS)};$$

Os ingredientes das dietas e a composição bromatológica estão apresentados na tabela 3.

TABELA 3. Proporção e composição bromatológica dos ingredientes das dietas, na base da matéria seca

Composição em ingredientes (% MS)				
Item	Cana-de-açúcar	Silagem de Sorgo	Silagem de Girassol	Capim-Tanzânia
Cana-de-açúcar	49,60	-	-	-
Silagem de Sorgo	-	76,67	-	-
Silagem de Girassol	-	-	59,37	-
Capim-Tanzânia	-	-	-	75,77
Fubá de milho	30,09	15,54	34,40	17,84
Farelo de soja	17,41	5,62	4,60	4,40
Ureia/Sulfato de Amônio (9/1)	1,00	0,90	0,99	0,83
Suplemento Mineral	1,90	1,27	0,64	1,16
Total concentrado, % MS	50,40	23,33	40,63	24,23
Volumoso:concentrado, %MS	50:50	77:23	60:40	76:24
Composição química				
Matéria Seca (%)	56,67	42,13	49,70	37,79
Matéria Orgânica (%)	95,18	92,06	89,01	93,41
Proteína Bruta (%)	14,68	14,48	14,77	13,74
NIDN	0,48	1,01	0,82	0,94
NIDA	0,35	0,59	0,76	0,70
Extrato Etéreo (%)	5,60	5,31	7,54	5,97
Carboidratos Totais (%)	66,06	65,53	61,35	67,47
Carboidratos não fibrosos (%)	39,22	9,72	23,52	12,66
Fibra em detergente neutro (%)	35,08	62,53	43,27	60,65
FDN _p (%)	32,02	56,24	38,16	54,81
Fibra em detergente ácido (%)	18,71	33,04	32,47	38,54
Lignina (%)	1,70	5,29	4,59	3,05
Nutrientes digestíveis totais(%)	67,79	64,24	66,75	62,79

NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; FDN_p = Fibra em detergente Neutro corrigida para proteína.

2.5 Registro da produção de leite, coleta das amostras, processamento e análises

Durante os três últimos dias de cada período, foram registradas as produções de leite por vaca. As produções de leite corrigidas para 4% de gordura foram calculadas utilizando-se a equação proposta por Sklan *et al.* (1992):

Leite com 4% de gordura = $(0,432 + 0,1625 \times \text{porcentagem de gordura}) \times \text{kg de leite}$.

Também nos últimos três dias de cada período, amostras dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes foram recolhidas diariamente pela manhã e armazenadas em *freezer*. Amostras de pasto foram coletadas a partir de 30 cm de altura antes e depois (sobras) do pastejo das vacas. No final do experimento, foi feita uma amostra composta por animal e por período, sendo pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C até que atingisse peso constante. Posteriormente, todas as amostras foram moídas em moinho de facas com peneira de malha com crivos de 1 mm de diâmetro, para análises laboratoriais; e uma parte da amostra foi moída em peneira com crivos de 5 mm de diâmetro, para incubação ruminal.

A composição química e bromatológica dos alimentos, das fezes e das sobras foram determinadas. As análises de matéria seca, proteína bruta, lignina, extrato etéreo, matéria orgânica e cinzas foram realizadas conforme procedimentos descritos pela AOAC (1990). A fibra em detergente neutro e a fibra em detergente ácido, com as devidas correções para a presença de amido, foram determinadas seguindo as recomendações de Van Soest *et al.* (1991).

Os teores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) foram estimados nos resíduos obtidos após extração das amostras nos detergentes neutro e ácido, respectivamente (VAN SOEST *et al.*, 1991), por intermédio do procedimento de Kjeldahl (AOAC, 1990), sendo a fibra em detergente neutro dos alimentos corrigida para

proteína. Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo metodologia descrita por Sniffen *et al.* (1992), sendo que:

$$\text{CHOT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas})$$

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos subtraindo-se dos CHOT a fração FDN. O NDT dos alimentos foi calculado de acordo com o NRC (2001), que estima os teores de proteína bruta digestível (PBD), ácidos graxos digestíveis (AGD), fibra em detergente neutro livre de proteínas digestível (FDNpD) e carboidratos não fibrosos digestíveis (CNFD), através das expressões abaixo:

$\text{PBD (para alimentos volumosos)} = \text{PB} \times [-1,2 \times (\text{PIDA}/\text{PB})]$; onde
PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido (1);

$$\text{PBD (para alimentos concentrados)} = \text{PB} \times [1 - (0,4 \times \text{PIDA}/\text{PB})] \text{ (2);}$$

$$\text{AGD} = (\text{EE} - 1) \times 100 \text{ (3);}$$

$\text{CNFD} = 0,98 \times \text{CNF} \times \text{PAF}$; onde PAF = Fator de Ajuste para Processamento Físico (4);

$$\text{FDNpD} = 0,75 (\text{FDNp} - \text{L}) \times [1 - (\text{L}/\text{FDNp})^{0,667}]$$
; onde L = Lignina (5);

Assim, para estimar os nutrientes digestíveis totais, a equação utilizada foi:

$\text{NDT} = \text{PBD} + 2,25\text{AGD} + \text{FDNpD} + \text{CNFD} - 7$; onde o valor 7 se refere ao NDT fecal metabólico (NRC, 2001).

A estimativa da produção de MS fecal foi feita utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno (COCHRAN *et al.* 1986). Amostras dos alimentos, das sobras e das fezes foram incubadas em um novilho fistulado durante 144 horas para a realização de estimativas de produção fecal e digestibilidade. O animal foi confinado na Fazenda Experimental do Departamento de Ciências Agrárias da Unimontes, *Campus* Avançado de Janaúba – MG. Após o período de incubação, as amostras foram retiradas do rúmen, lavadas e analisadas quanto aos teores de FDA para determinação da

fração da fibra remanescente, considerada FDAi. A produção de MS fecal foi estimada por meio da divisão entre o consumo do indicador pela sua concentração nas fezes. O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) foi calculado segundo Silva & Leão (1979):

$$\text{CDA} = (\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado} / \text{nutriente ingerido}) \times 100.$$

A partir dos resultados dos coeficientes de digestibilidade, foram calculados os nutrientes digestíveis totais (NDT), através da equação (Sniffen *et al.*, 1992):

$$\text{NDT} = \text{PBD} + 2,25\text{EED} + \text{FDN}_{\text{pD}} + \text{CNFD}$$

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES.

A composição dos volumosos e dos ingredientes dos concentrados estão na tabela 4.

TABELA 4. Teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais¹ (NDT) dos alimentos volumosos e concentrados durante o período de março a maio de 2009

Nutrientes	MS	PB	FDN	FDA	EE	LIG	NDT
Alimentos	% Matéria Seca						
Cana-de-açúcar	24,14	3,20	58,41	31,88	6,05	1,61	54,04
Silagem de sorgo	27,94	10,82	78,11	41,56	5,25	6,47	58,67
Silagem de girassol	23,65	12,20	65,06	51,59	8,94	6,88	49,75
Capim –Tanzânia	21,54	10,70	76,45	49,34	5,97	3,60	55,86
Fubá de milho	87,64	8,50	11,61	4,13	4,01	1,10	85,65
Farelo de soja	88,74	46,00	14,83	9,42	1,57	2,29	81,04

¹Estimado pelas equações do NRC (2001)

2.6 Coleta de sangue, avaliação do peso dos animais e do escore corporal

Amostras de sangue foram coletadas da veia coccígea em tubos de vidro com vácuo, contendo fluoreto de sódio e oxalato de potássio no último dia de cada período experimental, 4 horas após alimentação da manhã. As amostras foram centrifugadas a 4.000 rpm, durante 20 minutos; o plasma obtido foi acondicionado em tubos *ependorf* e congelado a -18 °C para posterior determinação dos níveis de glicose utilizando-se o *kit* Sigma Trinder 505 nm (SIGMA DIAGNOSTICS, ST. LOUIS, MO). O nitrogênio ureico plasmático foi analisado de acordo com o método colorimétrico descrito por Chaney & Marbach *et al.* (1962) e adaptado para leitura de absorbância utilizando-se placas de microtítulo e leitor de microplaca (BIORAD, HERCULES, CA, EUA).

Os animais foram pesados em balança mecânica e seus escores de condição corporal (ECC) foram avaliados por uma única pessoa no início e ao

final de cada período experimental, segundo metodologia descrita por Wildman *et al.* (1982).

2.7 Análise econômica das dietas

Para análise econômica das dietas experimentais, foi feito o custo de produção dos volumosos utilizando-se a planilha do Anualpec (2007) com os preços atualizados para o ano de 2009, quando foi realizado o experimento. Foi calculado também, para os custos de produção do leite e a renda líquida, o custo do concentrado e das dietas com base na matéria seca. Os custos dos concentrados utilizados nas dietas foram levantados na média de preços para colocação no IFNMG-Campus Salinas, considerando-se os preços para compra de carreta fechada.

Os cálculos dos custos de produção de massa verde e produção de matéria seca das forrageiras foram estimados em uma unidade de área de 1 hectare (ha), sendo que a produção de massa verde dos volumosos em tonelada por hectare (cana-de-açúcar, silagem de sorgo e do pasto de capim-tanzânia) está de acordo com a média encontrada na região que foi realizado este experimento. Para a cana-de-açúcar, utilizou-se uma produção média de 120 t/ha (AGRIANUAL, 2007), o sorgo de 40 t/ha (EMBRAPA, 2008), o girassol de 26,2 t/ha (SANTOS, 2010) e o capim-tanzânia de 64 t/ha (EMBRAPA, 2004). A produção de matéria seca de cada volumoso foi calculada usando o teor de matéria seca encontrado na análise bromatológica dos volumosos neste experimento. Na planilha foram colocados os custos de implantação, de manutenção, de produção das silagens, corte e transporte dos volumosos, material usado na cerca elétrica dos piquetes rotacionados e no silo. Não foram computados os custos com energia elétrica e depreciação. Como exemplo, o custo de produção da cana-de-açúcar foi considerado para uma produção de 120

t/ha de massa verde e 29 t/ha de matéria seca, com um custo de implantação de R\$2.578,17/ha, sendo que para o cálculo de mão-de-obra foi considerado que um trabalhador rural consegue cortar, passar na ensiladeira e disponibilizar no cocho 1 tonelada de cana-de-açúcar por dia, ao custo de R\$45,11/dia, já inclusos os encargos sociais. Para a cana-de-açúcar, cuja cultura se pode realizar de cinco até seis cortes durante sua vida produtiva, quando bem manejada, não foi diluído o custo de implantação. Os custos de produção total de massa verde e matéria seca estão apresentados na tabela 5.

TABELA 5. Custo de produção de massa verde e matéria seca da cana-de-açúcar, da silagem de sorgo, da silagem de girassol, do pasto de capim-tanzânia utilizados nas dietas de vacas mestiças

Custo de Produção dos Volumosos das Dietas				
Volumosos	Cana	Sorgo	Girassol	Tanzânia
Produção de massa verde (ha)	120 t/MV	40 t/MV	26,2 t/MV	64 t/MV
Produção de matéria seca (ha)	29 t/MS	11,2 t/MS	6,2 t/MS	14 t/MS
	R\$	R\$	R\$	R\$
Custo de implantação dos volumosos	2.578,17	1451,37	1.398,81	1.411,82
Operações Mecanizadas				
Corte/Picagem/Moagem	0,00	708,40	506,00	0,00
Corte/Picagem	0,00	0,00	0,00	0,00
Transporte/descarga	647,68	404,80	283,30	0,00
Compactação	0,00	708,40	506,00	0,00
Subtotal 1	647,68	1.821,60	1.295,36	0,00
Operações Manuais				
Corte/Picagem/Moagem	3.157,70	63,15	36,09	0,00
Transporte/descarga	902,20	63,15	36,09	0,00
Subtotal 2	4.059,90	126,31	72,18	0,00
Insumos				
Lona Plástica	0,00	100,32	85,50	0,00
Subtotal 3	0,00	100,32	85,50	0,00
Outros				
Eletrificador	0,00	0,00	0,00	76,00
Fio eletroplástico	0,00	0,00	0,00	605,00
Isoladores	0,00	0,00	0,00	376,00
Subtotal 4	0,00	0,00	0,00	1057,00
TOTAL GERAL	7.285,75	3.399,28	2.766,34	2.468,82
Custo 1 (R\$/MV)	60,71	84,98	105,59	38,57
Custo 2 (R\$/MS)	251,23	303,51	446,18	176,34

t/MV = tonelada de massa verde; t/MS = tonelada de matéria seca; R\$/MV = Custo da tonelada de massa verde; R\$/MS = Custo da tonelada de matéria seca

2.8 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR, segundo o modelo estatístico a seguir:

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

Em que:

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

μ = Uma constante associada a todas as observações;

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

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

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

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

independente, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

Quando significativa, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 6, estão apresentados os resultados de consumo dos nutrientes em kg/dia: matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

TABELA 6. Consumo de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas fornecidas para vacas mestiças com diferentes volumosos

Volumosos nas Dietas					
Consumo Nutrientes	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim-Tanzânia	CV (%)
MS (kg/dia)	17,84 a	17,49 a	13,11 b	18,28 a	15,80
FDN (kg/dia)	5,82 b	10,64 a	4,65 b	11,62 a	20,54
PB (kg/dia)	2,86 a	3,11 a	3,03 a	3,11 a	22,50
EE (kg/dia)	0,99 a	0,90 a	0,96 a	1,07 a	18,51
CNF (kg/dia)	7,30 a	1,83 c	3,58 b	1,89 c	23,54
NDT (kg/dia)	11,90 a	9,94 b	8,47 b	11,18 a	15,32
MS (%PV ¹)	3,20 a	3,14 a	2,41 b	3,30 a	6,18
FDN (%PV ¹)	1,04 c	1,91 b	0,86 d	2,09 a	6,76

Médias com letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância. %PV¹ = porcentagem do peso vivo

O consumo em kg/dia e em porcentagem do peso vivo de MS das vacas foi menor ($P < 0,05$) para a dieta com silagem de girassol em relação às demais dietas. O baixo consumo de matéria seca da dieta com silagem de girassol pode

ser atribuído ao baixo teor de matéria seca da silagem de girassol, alto teor de lignina e ao teor mais elevado de extrato etéreo, que podem ter influenciado na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN), aliado ao aspecto e cheiro desta silagem proveniente do baixo teor de matéria seca do girassol no momento da ensilagem.

O consumo de FDN (fibra em detergente neutro) em kg/dia foi igual para as dietas com silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia, que diferiram ($P < 0,05$) das dietas com cana-de-açúcar e silagem de girassol, sendo que, para estas dietas o consumo de FDN foi 50% inferior em relação às primeiras. No entanto, o consumo de FDN (%PV) diferiu ($P < 0,05$) entre as dietas avaliadas, visto que a dieta que proporcionou menor consumo de FDN foi com silagem de girassol, em seguida, em ordem crescente, com cana-de-açúcar, silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia com maior consumo de FDN (%PV). O baixo consumo de FDN da dieta com girassol tem relação com o menor consumo de matéria seca e devido à maior participação de concentrado nesta dieta. Na dieta à base de cana-de-açúcar, o menor consumo de FDN também está relacionado com a maior proporção de concentrado, além do teor de FDN da cana ser menor em relação aos outros volumosos.

Não houve diferença ($P > 0,05$) quanto ao consumo de PB (proteína bruta) das dietas, o que evidencia o fato das dietas terem sido formuladas para serem isoproteicas.

Quanto ao consumo de EE (extrato etéreo) das dietas, também não houve diferença ($P > 0,05$), entretanto, o percentual de EE na dieta com silagem de girassol ficou acima de 7% (tabela 1). Isto pode ter comprometido o consumo de matéria seca e de FDN, pois níveis acima de 7% de EE podem comprometer a digestibilidade da fibra devido ao efeito deletério dos ácidos graxos insaturados sobre as bactérias celulolíticas.

No consumo de carboidratos não fibrosos (CNF), houve diferença ($P < 0,05$) entre as dietas estudadas, mostrando-se superior na dieta com cana-de-açúcar; intermediário na dieta com silagem de girassol; e inferior nas dietas com silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia, as quais foram estatisticamente iguais ($P > 0,05$). Dos volumosos estudados, a cana-de-açúcar foi o que apresentou maior percentual de CNF, os demais continham níveis muito baixos de CNF, além disso, a dieta com cana-de-açúcar teve uma maior participação de concentrado.

O consumo de NDT (nutrientes digestíveis totais) não diferiu ($P > 0,05$) entre as dietas com cana-de-açúcar e pasto de capim-tanzânia, estas foram superiores ($P < 0,05$) às dietas com silagem de sorgo e silagem de girassol, as quais não diferiram entre si ($P > 0,05$). Na dieta com cana-de-açúcar, o alto consumo de NDT está associado, principalmente, ao maior consumo de carboidratos não fibrosos, devido à alta proporção de concentrado na dieta e também da sacarose no volumoso. Já para a dieta com pasto, os níveis de carboidratos não fibrosos foram bem inferiores ao da cana-de-açúcar, porém o consumo de proteína bruta, extrato etéreo e de FDN, que apresentou maior digestibilidade, foram altos, o que contribuiu para o elevado consumo de NDT.

Dias *et al.* (2001) avaliaram o consumo de matéria seca (MS) e de fibra em detergente neutro (FDN) da dieta com silagem de sorgo, palma forrageira e concentrado em vacas lactantes holandesas puras, e encontraram resultados de consumo de MS (10,68 kg/dia) e FDN (4,27 kg/dia).

Nascimento *et al.* (2008) analisaram o valor alimentício das silagens de duas variedades de sorgo, o granífero e o sacarino, de vacas em lactação da raça Holandesa PO e encontraram consumos de MS (22,98 e 19,43 kg/dia), respectivamente, superiores aos encontrados neste trabalho. Contudo, quando o consumo de matéria seca foi avaliado em relação ao peso vivo, os seus resultados ficaram de acordo com o deste trabalho, que foi de 3,09% para a dieta

à base de silagem de sorgo. Quanto ao consumo de FDN, este foi menor devido o teor de FDN das silagens de sorgo granífero e sacarino (47,40 e 54,58%) ter sido bem inferior à FDN da silagem de sorgo deste trabalho (78,11%).

O menor consumo de matéria seca da dieta com silagem de girassol, também foi observado por outros autores quando utilizaram a silagem de girassol como volumoso exclusivo na dieta de vacas em lactação. McGuffey e Schingoethe (1980) verificaram que as vacas alimentadas com silagem de girassol consumiram 4,0 kg de matéria seca a menos que vacas alimentadas com silagem de milho. Enquanto Valdez *et al.* (1988) não observaram diferenças significativas no consumo de vacas holandesas alimentadas com silagem de girassol ou de milho. Leite (2002) observou que a substituição total da silagem de milho pela silagem de girassol na dieta de vacas em lactação promoveu redução significativa de 17% na ingestão de matéria seca, enquanto a substituição parcial (34 e 66%) não afetou o consumo.

Thomas *et al.* (1982) conduziram um experimento avaliando a alfafa e a silagem de girassol como fonte de volumosos em rações de vacas leiteiras e constataram um consumo de matéria seca semelhante (2,4%PV) ao registrado neste trabalho, e concluíram que, conforme os cálculos de exigência de energia para produção e manutenção, o consumo foi adequado.

O consumo de matéria seca e dos nutrientes da dieta com a cana-de-açúcar foi similar ao encontrado por Sousa *et al.* (2009), com consumos de MS entre 15,53 e 17,11 kg/dia; FDN entre 5,42 e 5,89 kg/dia; PB entre 2,48 e 2,67 kg/dia; CNF entre 6,47 e 7,40 kg/dia, e NDT entre 10,39 e 11,93 kg/dia, para uma relação volumoso:concentrado de (60:40%).

Quanto ao consumo da dieta à base de pasto de capim-tanzânia, Porto *et al.* (2009) verificaram consumo de matéria seca de 3,6% do peso vivo (PV) próximo ao resultado observado neste trabalho que foi de 3,39%. A composição bromatológica das forrageiras também foi semelhante entre estes trabalhos.

Bargo *et al.* (2003) citam em uma revisão de literatura consumo de matéria seca de pastagens de clima temperado de 3,4% do peso vivo, para vacas no início da lactação. Aroeira *et al.* (1999) e Lopes *et al.* (2004) trabalharam com vacas lactantes consumindo capim-elefante com trinta dias de rebrota e registraram resultados de consumo de matéria seca de 3,0 % do peso vivo.

A estimativa do consumo de pasto é bastante complexa, o que pode levar a erros. Os erros encontrados podem estar na estimativa das massas inicial e/ou residual de forragem; na proporção de forragem disponível que é realmente ingerida pelos animais e por último quanto ao crescimento da forragem que ocorre enquanto o pasto está sendo consumido ou, ao contrário, pelas perdas provocadas por senescência, ataques de insetos, doenças, etc. (MINSON, 1990).

Como mostra a tabela 7, a digestibilidade da matéria seca (DMS) das dietas com cana-de-açúcar e silagem de girassol foi semelhante ($P>0,05$), e ambas superiores ($P<0,05$) às dietas com silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia, que também não diferiram entre si ($P>0,05$).

A digestibilidade da proteína bruta (DPB) das dietas com silagem de girassol e pasto de capim-tanzânia foi semelhante ($P>0,05$), e ambas superiores ($P<0,05$) às dietas com silagem de sorgo e cana-de-açúcar as quais não diferiram entre si ($P>0,05$). A digestibilidade do EE da dieta com silagem de sorgo foi inferior ($P<0,05$) às demais dietas, as quais não diferiram entre si ($P>0,05$). A digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF) não diferiu ($P>0,05$) entre as dietas avaliadas.

A FDN foi mais digestível nas dietas com silagem de sorgo e capim-tanzânia, que foram semelhantes entre si ($P>0,05$), mas diferiram ($P<0,05$) das dietas com cana-de-açúcar e silagem de girassol que apresentaram menor digestibilidade da FDN e também foram semelhantes entre si ($P>0,05$), o que pode explicar o baixo consumo de FDN das dietas com estes dois volumosos (tabela 7).

TABELA 7. Digestibilidade da matéria seca (DMS), da proteína bruta (PB), do extrato etéreo (EE), da fibra em detergente neutro (FDN) e dos carboidratos não fibrosos (DCNF) das dietas fornecidas para vacas mestiças com diferentes volumosos

Volumosos nas Dietas					
Nutrientes	Cana-de-açúcar	Silagem de Sorgo	Silagem de Girassol	Capim-Tanzânia	CV (%)
DMS	60,30 a	57,45 b	60,42 a	57,41 b	6,88
DPB	62,31 b	59,64 b	71,54 a	68,69 a	9,51
DEE	73,87 a	68,68 b	73,81 a	76,64 a	6,88
DFDN	27,86 b	45,88 a	26,56 b	45,70 a	8,63
DCNF	94,17 a	97,00 a	97,18 a	97,00 a	4,83

Médias com letras iguais, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

De acordo com Allen (2000), a baixa digestibilidade da fibra pode ser uma causa da redução no consumo de cana-de-açúcar. Para Rodrigues (1999), somente dietas de cana-de-açúcar com relação volumoso:concentrado menor que 45:55 podem propiciar consumos próximos aos da silagem de milho na relação volumoso:concentrado de 60:40. Neste trabalho a relação volumoso:concentrado foi de 50:50 para a dieta com cana-de-açúcar, e foi verificado que o consumo de matéria seca desta dieta não diferiu daquelas à base de silagem de sorgo (77:23) e de pasto de capim-tanzânia (76:24), como pode ser observado na tabela 3.

Pereira *et al.* (2001) observaram digestibilidade da MS e dos nutrientes com dieta à base de cana-de-açúcar e relação volumoso:concentrado 60:40 de, 49,89% para MS; 54,96% para PB; 76,25% para o EE; 50,66% para a FDN e 94,22% para o CNF. No entanto, no trabalho em estudo, a digestibilidade da

fibra em detergente neutro (27,86%) foi bem menor do que aquela apresentada por Pereira *et al.* (2001), como mostra a tabela 7.

Esse fato pode ser explicado pelo elevado teor de concentrado nesta dieta, que pode ter diminuído a população de microrganismos celulolíticos no rúmen e afetado ainda mais a degradabilidade da fibra. De modo geral, a cana-de-açúcar apresenta baixa digestibilidade e, portanto, um animal alimentado à vontade só consegue ingerir quantidade limitada de cana, uma vez que o consumo está diretamente relacionado com a qualidade da FDN. Como a taxa de digestão da fibra no rúmen é muito baixa, ocorre o acúmulo de fibras não digeridas no rúmen, limitando o consumo do alimento pelo animal (LANDELL *et al.*, 2002).

Valdez *et al.* (1988) avaliaram a digestibilidade da dieta com silagem de girassol e encontraram digestibilidade da matéria seca de 60,4% e da FDN de 70,3%. Observa-se que a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) foi bem superior à encontrada neste trabalho (26,56%). Esses autores registraram um aumento proporcional da digestibilidade da matéria seca e da FDN quando analisaram a silagem de girassol após a extração do extrato etéreo. Palmquist e Conrad (1978) concluíram que a ingestão e digestibilidade reduziram, assim como o desempenho dos animais quando estes consumiram dietas contendo mais de 8% de extrato etéreo.

Porto *et al.* (2009) encontraram coeficiente de digestibilidade da matéria seca para o capim-tanzânia de 61,6%, um pouco superior ao que foi encontrado neste trabalho (57,41%).

Nascimento *et al.* (2008) encontraram digestibilidades aparentes dos nutrientes das silagens de sorgo granífero e sacarino, respectivamente para a MS (54,63 e 63,65%), PB (57,96 e 68,38%) e FDN (48,64 e 54,93%).

O peso final das vacas, a variação de peso, a variação de escore corporal foram melhores ($P < 0,05$) para as vacas que receberam a cana-de-açúcar e a

silagem de sorgo, enquanto que para a silagem de girassol e o capim-tanzânia o peso final foi menor com perda de peso e queda do escore corporal, apesar de não ter ocorrido diferença no escore corporal final das vacas ($P>0,05$) em todas as dietas avaliadas, como mostra a tabela 8.

TABELA 8. Peso final, mudança de peso, escore final e mudança de escore corporal das vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos

Volumosos nas dietas					
Parâmetros	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim-Tanzânia	CV (%)
Peso Final (kg)	588,51 a	566,47 a	543,64 b	538,51 b	6,12
Varição peso (kg)	29,56 a	12,69 a	-9,38 b	-18,50 b	634,86
Escore Final (ECC)	3,91 a	3,67 a	3,36 a	3,41 a	14,33
Varição do escore	0,31 a	0,09 a	-0,25 b	-0,19 b	-3.084,27

Médias com letras iguais, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

Thomas *et al.* (1982) observaram ganho de peso um pouco maior nas vacas alimentadas com silagem de girassol em relação à silagem de alfafa; Valdez *et al.* (1988) não observaram diferença de ganho de peso em vacas durante a lactação consumindo a silagem de girassol ou a silagem de milho ou a mistura das duas silagens, no entanto os autores afirmam que existem registros na literatura que estão em contraste com estes resultados quanto ao ganho de peso.

Relacionando os dados apresentados nas tabelas 3, 4, 6 e 7, pode-se concluir que o baixo consumo de matéria seca da dieta com silagem de girassol, associado à baixa digestibilidade da fibra, alta concentração de fibra em

detergente ácido e lignina e alto percentual de extrato etéreo da silagem de girassol, aliados aos aspectos de cor e odor desta silagem, devem ter contribuído para a perda de peso das vacas e queda no escore corporal.

Neste caso, a conclusão de Leite (2002) pode ser pertinente quando ele ressalva que a silagem de girassol não deve ser fornecida como fonte exclusiva de volumoso nas dietas de vacas em lactação. Entretanto, isso depende do nível de produção da vaca, do estágio de lactação e da qualidade da silagem que, como foi observado neste trabalho, o baixo consumo está aliado à baixa qualidade da silagem.

Quanto à dieta com capim-tanzânia, observou-se menor digestibilidade da matéria seca e menor consumo de carboidratos não fibrosos, pois esta dieta teve uma menor relação volumoso:concentrado (76:24), o que pode indicar que houve uma deficiência de energia que pode ter sido devido ao maior gasto de energia das vacas no pasto em relação às confinadas, o que ocasionou perda de peso e queda no escore corporal. Zinn e Garces (2006) sugeriram que a redução do consumo de pasto é mínima até o nível de suplementação de 0,3% do peso corporal por dia, acima disso o consumo de pasto é reduzido, sendo ainda maior quando a oferta de suplemento é de 0,8% do peso corporal.

A dieta com silagem de sorgo com relação volumoso:concentrado de 77:23 apresentou também menor digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e do extrato etéreo em relação aos outros volumosos, mas uma melhor digestibilidade da FDN, que foi semelhante ao capim-tanzânia; porém, proporcionou às vacas lactantes ganho de peso e aumento no escore corporal. Isso sugere que pode ter ocorrido uma superestimativa do consumo de matéria seca e nutrientes com a dieta à base de pasto de capim-tanzânia, já que, apesar do alto consumo de nutrientes, os animais perderam peso, mantendo a produção de leite (tabela 10), que foi estatisticamente igual às demais dietas.

A dieta com a cana-de-açúcar proporcionou um elevado ganho de peso das vacas e do escore corporal, o que pode ser atribuído à maior proporção de nutrientes digestíveis totais desta dieta. Souza *et al.* (2009) avaliaram a variação de peso vivo corporal em vacas recebendo cana-de-açúcar com relação volumoso:concentrado de 60:40 e observaram perda de peso de 0,62 kg/dia.

Na tabela 9 estão apresentados os resultados das concentrações de glicose no sangue que não diferiram ($P>0,05$) entre as vacas alimentadas com as dietas com os diferentes volumosos e manteve na faixa considerada normal (42 a 74 mg/dl) para vacas em lactação, de acordo Fraser (1991).

TABELA 9. Concentração de glicose e ureia no sangue de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos

Volumosos nas dietas	Glicose (mg/dl)	Ureia (mg/dl)
Cana-de-açúcar	57,75 a	39,25 b
Silagem de Sorgo	53,50 a	39,63 b
Silagem de Girassol	52,38 a	50,25 a
Capim-Tanzânia	50,50 a	50,75 a
CV (%)	11,28	20,79

Médias com letras iguais, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

Quanto à ureia plasmática, foram observados menores valores nas vacas alimentadas com a cana-de-açúcar e a silagem de sorgo, as quais diferiram ($P<0,05$) das concentrações encontradas nas vacas alimentadas com dietas com silagem de girassol e capim-tanzânia, que foram maiores.

Conforme Imaizumi (2005), o N-ureico no leite e no plasma reflete o teor e a degradabilidade da proteína bruta da ração, bem como a qualidade dessa proteína. Apesar das dietas terem sido isoproteicas, os volumosos eram

diferentes e a proporção de concentrado também, o que provavelmente influenciou na degradabilidade da proteína nas diferentes dietas.

A produção de leite (kg/dia) e do leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%) foi igual em todos os tratamentos (tabela 10).

TABELA 10. Produção de leite e de leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%) de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos

Volumosos nas dietas	Kg/dia	Kg/dia (LCG 4%)
Cana-de-açúcar	14,21 a	18,92 a
Silagem de Sorgo	13,97 a	20,26 a
Silagem de Girassol	12,77 a	17,77 a
Capim-tanzânia	13,67 a	19,53 a
CV (%)	17,9	20,5

Médias com letras iguais, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

Os resultados da tabela 10 revelam que, apesar da diferença no consumo e digestibilidade dos nutrientes entre as dietas estudadas e também da diferença do ganho de peso, não houve diferença ($P>0,05$) quanto à produção de leite (kg/dia) e do leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%) que foram iguais em todos os tratamentos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Valdez *et al.* (1988), quando compararam a produção de leite de vacas alimentadas exclusivamente com silagem de girassol ou silagem de milho ou a mistura de silagem de milho e girassol. Para o LCG 4%, esses autores encontraram diferença com produção menor para o tratamento com silagem de girassol. Já os autores, McGuffey e Schingoethe (1980) e Vandersall (1976) não encontraram diferença significativa no tratamento com a silagem de girassol em relação à silagem de milho. Thomas

et al. (1982) compararam a silagem de alfafa com a silagem de girassol na produção e na composição do leite e concluíram que a silagem de girassol é uma forragem adequada para vacas em meio e final de lactação. Os resultados obtidos por esses autores estão de acordo aos encontrados neste trabalho quanto à produção de leite total e corrigido para 4 % de gordura.

Hubbel *et al.* (1985), analisando silagens de girassol e de milho para vacas Jersey em lactação, verificaram que a produção de leite foi significativamente maior para as vacas alimentadas com silagem de girassol (2,2 kg/dia a mais). Silva *et al.* (2004), ao avaliarem a produção e a composição do leite de vacas com média de 26 kg/dia alimentadas com diferentes proporções de silagem de girassol em substituição à silagem de milho, concluíram que a inclusão parcial da silagem de girassol se mostrou viável, pois não afetou significativamente as produções de leite, de proteína ou de gordura. No entanto a substituição total afetou negativamente as produções de leite, de proteína e de extrato seco total do leite.

Leite *et al.* (2002) não encontraram diferença na produção e na composição do leite de vacas holandesas alimentadas com silagem de girassol ou de milho.

Nascimento *et al.* (2008) analisaram os efeitos das silagens de sorgo granífero, sacarino, e de milho na produção total de leite, LCG 4% e na composição do leite. A produção de leite total corrigida para 4% de gordura foi maior com as vacas alimentadas com silagem de milho.

Porto *et al.* (2009) avaliaram a produção e a composição do leite de vacas alimentadas com forrageiras tropicais. As forrageiras avaliadas foram capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.), grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) e capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Staf). Nos capins-tanzânia e marandu, as produções de leite (9,8) foram superiores ao da grama-estrela (8,4 kg/vaca/dia).

Lima *et al.* (2009), pesquisando a produção e composição do leite de vacas mestiças alimentadas com capim-tanzânia (10,5) e capim-elefante Guaçu (10,7 kg/vaca/dia), não encontraram diferença significativa na produção total e LCG 3,5%.

A análise econômica das dietas foi realizada com base no consumo de matéria seca da dieta total/dia multiplicado pelo custo da dieta total. O custo de produção dos volumosos foi maior para a cana-de-açúcar que, apesar desta forrageira apresentar maior produção de massa verde e matéria seca por hectare em relação aos outros volumosos, o custo com a mão-de-obra para o corte, transporte e fornecimento oneram bastante o custo de produção.

O custo da tonelada de matéria seca foi maior para a silagem de girassol e menor para a pastagem de capim-tanzânia. Depois do capim-tanzânia vem a cana-de-açúcar e a silagem de sorgo em ordem crescente de menor custo por tonelada de matéria seca.

Quanto aos concentrados, aquele de menor custo foi o da dieta com silagem de girassol, pela menor participação do farelo de soja, sendo que, os outros foram similares. Na dieta total, o maior custo por quilo de matéria seca foi o da dieta com cana-de-açúcar e o menor custo ficou para a dieta com pasto de capim-tanzânia, sendo que os custos das dietas com as silagens foram intermediários, como mostra a tabela 11.

TABELA 11. Custo de produção total e da tonelada de matéria seca dos volumosos por hectare, custo dos concentrados e da dieta total fornecida para vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos

Volumosos nas Dietas				
Custo	Cana - de- Açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim - tanzânia
Produção de volumosos (R\$/ha)	7.285,75	3.399,28	2.766,34	2.468,82
Matéria seca (R\$/t/ha)	251,23	303,51	446,18	176,34
Concentrados (R\$/kg/MS)	1,11	1,15	0,88	1,08
Dieta total (R\$/kgMS)	0,68	0,50	0,62	0,40

R\$/ha = valor total por hectare; R\$/t/ha = valor de uma tonelada por ha; R\$/MN/kg = valor do quilo da matéria natural; R\$/MS/kg = valor do quilo da matéria seca.

A partir dos custos das dietas totais dos diferentes volumosos (tabela 11), foi levantado o custo de produção do quilo de leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%) multiplicando-se o consumo de matéria seca pelo custo do quilo de matéria seca da dieta total e o resultado foi dividido pela produção de leite (LCG 4%) obtendo-se o custo do quilo de leite, como mostra a tabela 12.

Os resultados demonstraram que o custo de produção do leite das vacas alimentadas com a dieta com cana-de-açúcar foi superior às outras dietas. Em seguida, em ordem decrescente vem a dieta com silagem de girassol, a dieta com silagem de sorgo e a dieta com pasto de capim-tanzânia, sendo esta a dieta de menor custo.

TABELA 12. Consumo de matéria seca/dia, produção de leite corrigida para 4% de gordura (LCG), custo do quilo de matéria seca da ração total, custo da dieta total, custo do quilo de leite e do quilo de leite corrigido para 4% de gordura, renda líquida com leite, e índices de conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA)

Parâmetros	Volumosos na dieta			
	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim-Tanzânia
Consumo MS/dia (kg)	17,84	17,49	13,11	18,28
LCG 4%/dia (kg)	18,92	20,26	17,77	19,53
Custo kg/MS dieta (R\$)	0,68	0,50	0,62	0,40
Custo kg/LCG 4% (R\$)	0,64	0,43	0,46	0,37
Renda líquida/kg/leite (R\$)	0,06	0,27	0,24	0,33
CA	0,94	0,86	0,74	0,94
EA	1,06	1,16	1,36	1,07

MS/dia = matéria seca por dia; LCG 4%/dia = produção de leite corrigida para 4% de gordura por dia; Kg/MSDieta = quilo de matéria seca da dieta; CA = conversão alimentar; EA = eficiência alimentar.

A partir da análise do custo de produção do leite com os diferentes volumosos, calculou-se a renda líquida do leite, incluindo apenas o custo com a dieta das vacas. O preço do leite pago ao produtor no período do experimento foi de R\$ 0,70 por kg de leite entregue na cooperativa.

O resultado da renda líquida por quilo de leite produzido para a dieta com cana-de-açúcar foi de R\$ 0,06; para a dieta com silagem de sorgo foi de R\$ 0,27; para a dieta com silagem de girassol foi de R\$ 0,26, e de R\$ 0,33 para a dieta com pasto de capim-tanzânia. Com esses resultados, concluiu-se que, quantitativamente a maior renda líquida obtida foi com o pasto de capim-tanzânia.

Neste caso, é importante observar que a produção de pastagem tropical é maior nas estações da primavera e verão sendo que no outono e inverno, devido aos efeitos do fotoperíodo e da baixa pluviosidade, a produção é baixa. Assim, embora o pasto tenha proporcionado um pouco mais de renda, as silagens com sorgo e girassol mostram-se economicamente mais eficientes por serem produzidas no verão, uma vez que as vacas devem receber alimentação adequada durante o ano todo.

Calculou-se o índice de conversão alimentar (CA), e os resultados revelam que a dieta com silagem de girassol apresentou a melhor conversão alimentar, e o volumoso de pior conversão alimentar foi o pasto com capim-tanzânia e a cana, a silagem de sorgo foi intermediário quanto a este índice, em termos de valores numéricos.

Quanto ao índice de eficiência alimentar (EA), que compara a eficiência do alimento na produção de leite, os resultados seguiram o mesmo padrão da CA. A silagem de girassol foi quantitativamente a mais eficiente, ou seja, as vacas alimentadas com a silagem de girassol consumiram menos matéria seca em relação aos outros volumosos com uma produção igual, estatisticamente. O contrário aconteceu com as vacas alimentadas com pasto de capim-tanzânia e com cana-de-açúcar, sendo que a silagem de sorgo ficou em situação intermediária (tabela 12). Estes resultados foram comparados apenas em termos de valores numéricos.

Pereira (2007), através de um estudo de simulação sobre valor bioeconômico de diferentes fontes de forragens conservadas para bovinos, concluiu que a silagem de cana-de-açúcar apresentou o menor custo de produção de MS entre as opções, devido ao elevado rendimento forrageiro da cultura da cana-de-açúcar. Todavia, em razão do baixo teor de NDT, o custo de produção de NDT através da suplementação com concentrado torna-se superior às silagens

de milho, sorgo e girassol, mas menor que aqueles das silagens de capins tropicais.

Peres *et al.* (2009) realizaram um estudo de análise econômica de sistemas de produção para vacas em lactação manejadas em pastagem de capim-mombaça, sendo este nutricionalmente e agronomicamente muito semelhante com o capim-tanzânia, recebendo diferentes fontes de suplementação volumosa durante a época seca do ano. As suplementações fornecidas foram: pastagem de aveia, cana-forrageira com ureia e silagem de sorgo, sendo que a suplementação concentrada foi igual para todas as dietas fornecendo 1,0 kg/dia. Utilizaram-se como indicadores econômicos o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR). Os fluxos de caixa foram construídos mensalmente para um período de 12 anos e os VPL dos sistemas foram calculados aplicando-se taxas de desconto de 6, 8, 10 e 12%. Os resultados encontrados por eles indicaram que para uma taxa anual de desconto de 8%, todos os sistemas de produção foram viáveis financeiramente. O capital investido apresentou TIR anuais de 11,9% para a pastagem de aveia, 9,43% para a cana-forrageira e ureia e 8,46% para silagem de sorgo. Ressaltaram ainda que no sistema de produção que utiliza como suplementação volumosa a cana-de-açúcar no cocho apresentou como o terceiro item mais sensível às variações de preços a mão-de-obra temporária, que envolve os custos com contratação temporária e encargos trabalhistas de funcionários por um período de 180 dias. Esses custos estão envolvidos em sua maioria no corte, na limpeza e no transporte de cana para alimentação do rebanho, além de práticas de manejo e limpeza do canavial para a próxima colheita.

Rodrigues (1999) sugeriu que, em dietas de vacas em lactação, a cana-de-açúcar deve ser usada na relação volumoso:concentrado de 40:60 a 45:55 na base seca para garantir produções de 20 a 24 kg de leite, por dia, sem que ocorra perda de peso. A modificação da relação volumoso:concentrado, no sentido de

aumentar a participação da ração concentrada na dieta, pode inviabilizar o uso da cana-de-açúcar sob o ponto de vista econômico. Assim, é necessário que esta sugestão seja avaliada antes de ser recomendada aos produtores de leite.

4 CONCLUSÕES

A dieta à base de silagem de girassol apresenta baixo consumo de matéria seca e baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro; maior concentração de extrato etéreo e aspecto ruim da silagem.

A produção de leite é igual entre as dietas avaliadas.

As dietas com pasto de capim-tanzânia e com silagem de girassol implicam em perda de peso e do escore corporal das vacas.

O pasto de capim-tanzânia proporciona maior consumo de nutrientes digestíveis totais.

A cana-de-açúcar apresenta o maior custo, e a dieta com pasto de capim-tanzânia, o menor.

A renda líquida do leite é quantitativamente menor para a dieta com cana-de-açúcar e maior em ordem crescente para as dietas à base de silagem de girassol, silagem de sorgo e pasto com capim-tanzânia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2007. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2006.

ALEEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 8, p.1598, 2000.

ANUALPEC 2007. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP, 2007.

AROEIRA, L. J. M. et al. Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Animal Feed Science and Technology**, v. 78, p. 313-324, 1999.

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

BARGO, F. et al. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 1-42, 2003.

BERGAMASCHINE, A. F. et al. Digestibilidade e degradação *in situ* da silagem de girassol confeccionada com diferentes teores de matéria seca e aditivo microbiano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 1CD-ROM.

CHANEY, A .L.; MARBACH, E. P. Modified reagents for determination of urea and amonia. **Clinical Chemistry**, Baltimore, v. 8, p. 130-132, 1962.

COCHRAN, R. C. et al. Predicting digestibility of different diets whith internal

markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1476-1483, 1986.

DEREZ, F.; LOPES, F. C. F.; AROEIRA, L. J. M. Influência de estratégias de manejo em pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas Holandês x Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 4, p. 482-491, 2001.

DIAS, A. M. A. et al. Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor*, (L) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 2086-2092, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Germoplasma forrageiro para formação de pastagens. **Gramínea Forrageira: Tanzânia-1. Rondônia**, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA MILHO E SORGO. **Na silagem o sorgo destaca-se pelo potencial nutritivo**. 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br>>. Acesso em: 14 set. 2009.

FRASER, C. M. **Manual Merck de veterinária**. 6. ed. São Paulo: Roca, 1991. 2169 p.

GONÇALVES, A. L. et al. Comportamento alimentar de cabras leiteiras submetidas a dietas com diferente relação volumoso concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, **Anais...** São Paulo: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

HUBBEL, D. S. et al. Comparison of corn silage and sunflower silage for lactating Jersey cows. **Arkansas Farm Research**, Fayetteville, v. 24, n. 1, p. 7, 1985.

IMAIZUMI, H. **Suplementação proteica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em rações para vacas leiteiras em confinamento.** 2005. 182 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

INFORME AGROPECUÁRIO. **Caatinga.** Belo Horizonte: EPAMIG, v. 17, n. 81, 1994.

INSTITUT D’ELEVAGE, ARPEB. **L’utilisation par les vaches laitière du sorgho grain ensilé en plante entière.** Paris: 1990. n. 92081.

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

LANDELL, M. G. A. et al. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal.** Campinas: Boletim Técnico IAC, 2002. 36 p.

LIMA, M. L. P. et al. **Vacas leiteiras mantidas em rotacionado de capim-elefante Guaçu e capim-tanzânia:** produção e composição do leite. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/2007>>. Acesso em: 12 mar. 2009.

LOPES, F. C. F. Determinação do consumo de forrageiras tropicais por vacas em lactação, em condições de pastejo. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, n. 52, abr. 2007.

LOPES, F. C. F. et al. Efeito da suplementação e do intervalo de pastejo sobre a qualidade da forragem e consumo voluntário de vacas Holandês x Zebu em lactação em pastagem de capim-elefante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, p. 355-362, 2004.

LEITE, L. A. **Silagem de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras.** 2002. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, 2002.

McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 339 p.

McGUFFEY, R. K.; SCHINGOETHE, D. J. Feeding value of high poultry litter and sunflower hulls mixed with corn silage for growing dairy animals. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 7, p. 1109-1113, 1980.

MENDONÇA, S. S. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 1-32.

MERTENS, D. R.. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press: San Diego, 1990. 483 p.

MIZUBUTI, I. Y. et al. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 267-272, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington: National Academy, 1989. 242 p.

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

NASCIMENTO, W. G. do et al. Valor nutritivo da silagem das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 896-904, 2008.

NUSSIO, L. G. Cultura de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1991. p.59-168.

ALMQUIST, D. L.; CONRAD, H. R. High fat rations for dairy cows effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 61, p. 890-901, 1978.

PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, A. S.; RIBEIRO, K. G. Recurso forrageiro alternativo: viabilidade econômica de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS TEMAS EM EVIDÊNCIA, 6., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. p. 199-309.

PEREIRA, S. P. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 563-572, 2001.

PERES, A. A.de C. et al. Análise financeira e de sustentabilidade de sistemas de produção de leite em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n. 10, p. 2072-2078, 2009.

PORTO, P. P. Produção e composição química do leite, consumo e digestibilidade de forragens tropicais manejadas em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 8, p. 1422-1431, 2009.

RIBEIRO, E. L. A. et al. Silagem de girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 299-302, 2002.

RODRIGUES, A. A. Potencial e limitações de dietas a base de cana-de-açúcar e ureia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: II SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p. 65-75.

SANTOS, F. A. P. et al. Desempenho de vacas em lactação recebendo dietas com diferentes teores de amido total, acrescidas ou não de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1568-1575, 2006.

SANTOS, A. R. **Avaliação de genótipos de girassol sob irrigação nas condições do semiárido**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Estadual de Montes Claros, 2010.

SILVA, B. O. et al. Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 6, p. 750-756, 2004.

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

SOUSA, D. de P. et al. Comportamento ingestivo, consumo e digestibilidade de nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com caroço de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 10, p. 2053-2062, 2009.

SKLAN, D. R. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. carbohydrate and protein availability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
THOMAS, V. M. et al. Sunflower silage in rations for lactating holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, p. 267-270, 1982.

ZINN, R.; GARCES, P. Supplementation of beef cattle raised on pasture: biological and economical considerations. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2006, Viçosa. **Anais...**Viçosa: UFV, 2006. p. 1-14.

VALDEZ, F. R.; HARRISON, J. H.; FRANSEN, S. C. Effect of feeding corn-sunflower silagem on milk production, milk composition, and rumen fermentation of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, p. 2462-2469, 1988.

VANDERSALL, J. H. Sunflower silage for lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, p. 1583, 1976.

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

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 47 p.

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

**CAPÍTULO II – COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS
MISTIÇAS ALIMENTADAS COM DIETAS À BASE DE DIFERENTES
VOLUMOS**

RESUMO

MARTINS, Susi Cristina dos Santos Guimarães. **Comportamento ingestivo de vacas mestiças alimentadas com dietas à base de diferentes volumos.** 2010. Cap. II p 81 – 98. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação alimentadas com dietas compostas com diferentes volumosos (cana-de-açúcar, silagem de sorgo, silagem de girassol e pasto de capim-tanzânia). Foram utilizados dois quadrados latinos 4 x 4, cada um composto de quatro animais, quatro dietas e quatro períodos experimentais. As vacas foram submetidas à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo após o período de adaptação de cada período experimental, durante dois dias consecutivos. No primeiro dia os animais foram observados por três períodos de duas horas (9 às 11 h; 13 às 15 h e 17 às 19 h), quando foi registrado o número de mastigações meréricas e o tempo de mastigação por bolo ruminal, em três bolos ruminais por animal. No segundo dia, o comportamento de cada vaca foi determinado visualmente, a intervalos de 10 minutos, durante 24 horas, para determinar o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio. O tempo total de mastigação foi maior para a dieta com pasto de capim-tanzânia e silagem de sorgo, intermediário para a dieta com cana-de-açúcar e menor para a dieta com silagem de girassol. O maior tempo de alimentação foi para a dieta com pasto, menor tempo de ruminação e maior tempo de ócio para a dieta com silagem de girassol. O tempo despendido para o consumo de matéria seca foi maior para a dieta com pasto de capim-tanzânia e para o consumo de fibra em detergente neutro foi menor para a dieta com silagem de sorgo. A eficiência de alimentação da matéria seca foi pior para a dieta com pasto de capim-tanzânia. A eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro foi melhor para a dieta com pasto de capim-tanzânia e silagem de sorgo. As dietas com os diferentes volumosos alteraram o comportamento ingestivo das vacas mestiças em lactação. As dietas com silagem de girassol e cana-de-açúcar proporcionaram maior eficiência de alimentação da matéria seca e menor eficiência da alimentação e ruminação da fibra em detergente neutro.

¹ Comitê Orientador: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – DCA/UNIMONTES (coorientador).

ABSTRACT

MARTINS, Susi Cristina dos Santos Guimarães. **Ingestive behavior of crossbred cows fed with diets based on different volumes.** 2010. Chapter II p. 81 – 98. Dissertation (Master's degree in Animal Science) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, Brazil. ¹

This study was carried out in order to evaluate the ingestive behavior of lactating crossbred cows fed different roughage diets (sugarcane silage, sorghum silage, sunflower silage and Tanzania grass pasture). Two Latin Squares 4 x 4 were used, each consisting of four animals, four diets and four experimental periods. Cows were subjected to visual observation for assessment of ingestive behavior after the adjustment period of each experimental period, for two consecutive days. On the first day, the animals were observed for three periods of two hours (from 9 to 11 a.m, 1 to 3 p.m; 5 to 7 p.m.), when was recorded the number of chews and chewing time for bolus in three ruminal boli per animal. On the second day, the behavior of each cow was determined visually at intervals of 10 minutes for 24 hours, to determine the spent time at eating, ruminating and resting. The total chewing time was greater for the Tanzania grass and sorghum silage diet; intermediate for the diet with cane sugar and lower for the sunflower silage diet. The longer food was for the grass diet, less time at ruminating and longer leisure for the sunflower silage diet. The spent time for dry matter intake was higher for Tanzania grass pasture, and for the consumption of neutral detergent fiber was lower for the sorghum silage diet. The feeding efficiency of dry matter was worse for the Tanzania grass diet. Feed efficiency of neutral detergent fiber was better for the Tanzania grass and silage sorghum diet. Diets with different forage altered the feeding behavior of lactating crossbred cows. The sunflower and sugar-cane silage diets provided the highest efficiency of dry matter and lowest feeding and rumination efficiency of neutral detergent fiber.

¹ Guidance Committee: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Advisor); Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – DCA/UNIMONTES (co-advisor).

1 INTRODUÇÃO

O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, pois possibilita ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho produtivo (MENDONÇA *et al.*, 2004).

O consumo é o componente de maior influência na determinação da qualidade de uma forragem, que é definida como o resultado do produto do valor nutritivo e consumo voluntário potencial. O valor alimentício das silagens é, inicialmente, definido pela digestibilidade, que é influenciada diretamente pelo padrão de fermentação bem como pelos processos de deterioração observados durante a fase anaeróbica.

Em condições de pastejo, a quantidade de matéria seca (MS) e a disponibilidade de folhas verdes acessíveis na superfície da pastagem afetam o tempo de permanência dos ruminantes na busca e colheita de alimento, assim como facilidade de apreensão da forragem é um dos fatores que determinam o aumento ou a redução no tempo de pastejo, alterando os tempos de ruminação e ócio (CARVALHO *et al.*, 2001) e ainda em condições de elevada oferta, a ingestão de forragem pelos animais também pode ser restringida.

Deste modo, o gado leiteiro pode modificar o comportamento ingestivo de acordo com o tipo, a quantidade e acessibilidade do alimento e às práticas de manejo (FISCHER *et al.*, 2002 *apud* OLIVO *et al.* 2008).

O período de ruminação pode aumentar em função de um maior consumo de alimento contendo elevada proporção de constituintes fibrosos (MARQUES *et al.*, 2006). A alimentação contendo alto teor de fibra em detergente neutro (FDN) promove redução no consumo de matéria seca total, devido à limitação provocada pela repleção do rúmen-retículo (VAN SOEST, 1994).

Experimentos citados por Allen (2000) *apud* Sousa *et al.* (2009), em que compararam forragens com diferentes digestibilidades da fibra em detergente neutro (FDN), mas com teores de FDN e de proteína semelhantes, para vacas leiteiras em lactação, constataram aumentos significativos na ingestão de matéria seca e produção de leite, quando a digestibilidade da FDN foi maior.

Por outro lado, não só a fibra é a responsável pela sensação de saciedade do animal. Teores elevados de concentrado na ração e menores níveis de fibra também podem resultar em menor consumo de matéria seca, uma vez que as exigências dos ruminantes poderão ser obtidas com nível de consumo mais baixo (GONÇALVES *et al.*, 2000).

Vários fatores influem no comportamento ingestivo dos animais ruminantes. O consumo voluntário é regulado por três mecanismos: o psicogênico, que envolve a resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente; o fisiológico, em que a regulação é fornecida pelo balanço nutricional; e o físico, relacionado à capacidade de distensão do rúmen (MERTENS, 1992, *apud* PEREIRA *et al.*, 2005).

A cana-de-açúcar é um volumoso rico em energia, entretanto este nutriente é limitado para o animal devido ao baixo consumo provocado pelo enchimento físico do rúmen e pela baixa degradabilidade da fibra. Mendonça *et al.* (2004) avaliaram o comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar e concluíram que estas apresentaram maior tempo despendido em ócio e menor consumo de matéria seca, quando comparadas àquelas alimentadas com dieta à base de silagem de milho. A eficiência de ruminação foi menor para a dieta à base de cana em relação à silagem de milho.

O estudo do comportamento ingestivo dos volumosos avaliados neste trabalho foi importante para a compreensão dos fatores que estão relacionados à

ingestão destes alimentos, pois de acordo com Mertens (1994) o desempenho animal está em função do consumo de matéria seca digestível.

Noller *et al.* (1996) afirmaram que o consumo de matéria seca produz mais impacto na produção animal do que variações na composição química ou disponibilidade dos nutrientes. Forragens com valores de fibra em detergente ácido (FDA), em torno de 30% ou menos, ao contrário daquelas com teores acima de 40%, promovem consumo elevado.

Em pastejo, a estrutura do dossel forrageiro tem uma relação direta com o consumo de pasto, tanto em elevadas ou em baixas ofertas de pasto. Neste caso, o que determina o consumo é a taxa de bocado que é o resultado do produto entre o número de bocados por unidade de tempo e a quantidade de forragem apreendida por bocado (massa de bocado).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação submetidas a dietas com diferentes volumosos (cana-de-açúcar, silagem de sorgo, silagem de girassol e pasto de capim-tanzânia) no Norte de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento, animais, delineamento estatístico e instalações

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus Salinas*, no período de março a maio de 2009. Neste período a temperatura média foi de 21,6 °C, a pluviosidade de 175,4 mm e a umidade relativa do ar com 78,9%. Os animais utilizados foram oito vacas mestiças 1/2 (Holandês/Gir Leiteiro), com potencial de 20 litros/dia e período de lactação aproximadamente de 200 dias, distribuídas em dois quadrados latinos (4 x 4). Cada quadrado latino foi composto de quatro vacas, quatro períodos e quatro dietas com diferentes volumosos (cana-de-açúcar, silagem de sorgo, silagem de girassol e pasto de capim-tanzânia). As seis vacas que receberam as dietas no cocho com cana-de-açúcar, silagem de sorgo e silagem de girassol permaneceram em baias individuais de 20 m² com cobertura de 6 m², bebedouro, cocho de alvenaria e cocho de sal mineral. As vacas que receberam a dieta com pasto de capim-tanzânia permaneceram em piquetes rotacionados com período de pastejo máximo de 3 dias e receberam a ração concentrada na hora da ordenha. As vacas confinadas receberam 50% da ração concentrada misturada com o volumoso e o restante durante a ordenha.

2.2 Avaliação do comportamento ingestivo

As oito vacas foram submetidas à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo em dois dias consecutivos de cada período experimental após a adaptação das vacas à nova dieta. No primeiro dia, foram realizadas as contagens do número de mastigações merícicas e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, para cada animal, com

a utilização de um cronômetro digital. No dia subsequente, foi feita a observação visual de cada animal a cada 10 minutos, durante 24 horas, para determinação dos tempos despendidos com alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO) e dos números de períodos de alimentação (NPA), ruminação (NPR) e ócio (NPO). Os valores do tempo despendido e do número de mastigações merísticas por bolo ruminal foram obtidos a partir das observações feitas durante a ruminação de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (9 às 11h; 13 às 15h e 17 às 19h).

Durante a observação noturna das vacas, o ambiente foi mantido com iluminação artificial. O número de mastigações merísticas em 24 horas ou tempo total de mastigação (TTM) foi obtido mediante a multiplicação do tempo médio de ruminação nas 24 horas do dia pelo número de mastigações merísticas por minuto. O número médio de bolos em 24 horas foi obtido através da divisão do tempo médio de ruminação, nas 24 horas do dia, com o tempo médio de mastigações por bolo. A partir desses dados foram calculados também a duração do período de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO) em minutos por período. O consumo de matéria seca (CMS), o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), a ruminação da matéria seca (RMS), a ruminação da fibra em detergente neutro (RFDN), a mastigação da matéria seca (MMS) e a mastigação da fibra em detergente neutro (MFDN) foram calculados em minutos/kg.

A proporção dos ingredientes utilizados nas dietas e sua composição química encontram-se na tabela 3, e a composição química dos alimentos está na tabela 4 do primeiro capítulo desta dissertação.

A eficiência de alimentação (EA), a eficiência de ruminação (ER), o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação por dia (TMT) e o número de mastigações merísticas por dia (NM/dia) foram obtidos, segundo técnica descrita por Burger *et al.* (2000).

2.3 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância do programa SISVAR (1974), segundo o modelo estatístico a seguir:

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

Em que:

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

μ = Uma constante associada a todas as observações;

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

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

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

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

Quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de tempo de alimentação, tempo de ruminação e tempo de ócio, em minutos/dia; número de períodos de alimentação, ruminação e ócio, em número/dia e de duração dos períodos de alimentação, ruminação e ócio, em minutos/período e os respectivos coeficientes de variação estão agrupados na tabela 13.

TABELA 13. Média do tempo de alimentação (TA), tempo de ruminação (TR) e tempo de ócio (TO), em minutos/dia; número de períodos de alimentação (NPA), de ruminação (NPR) e de ócio (NPO), em número/dia; duração dos períodos de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO), em minutos/período, de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos, e coeficientes de variação (CV)

Parâmetros	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim-Tanzânia	CV (%)
TA (minutos/dia)	282,50 b	330,00 b	241,25 b	472,50 a	19,34
TR (minutos/dia)	506,25 a	540,00 a	406,25 b	483,75 a	10,44
TO (minutos/dia)	651,25 b	570,00 c	792,50 a	483,75 c	13,54
NPA (nº/dia)	12,63 a	14,25 a	12,00 a	10,13 b	19,34
NPR (nº/dia)	13,63 b	17,88 a	13,75 b	13,63 b	11,87
NPO (nº/dia)	21,13 a	23,13 a	23,50 a	18,00 b	11,45
DPA (min/período)	22,79 a	23,98 b	20,16 b	47,83 b	26,52
DPR (min/período)	37,93 a	30,93 b	30,73 b	36,75 a	17,05
DPO (min/período)	31,40 a	24,79 b	34,34 a	27,09 b	18,13

Médias com letras iguais, na linha, não diferem, pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

O maior tempo de alimentação ocorreu para a dieta com pasto de capim-tanzânia ($P < 0,05$), enquanto que as demais dietas foram semelhantes entre si ($P > 0,05$). Estes resultados obtidos quanto ao tempo de alimentação estão de acordo com aqueles encontrados por Mendonça *et al.* (2004) que, ao avaliarem o comportamento ingestivo de vacas leiteiras submetidas a dietas à base de silagem de milho ou cana-de-açúcar, não encontraram diferença para os tempos médios despendidos com alimentação e ruminação para as diferentes dietas experimentais.

Polli *et al.* (1995) analisaram o comportamento ingestivo de bovinos e bubalinos em confinamento, alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar, também não encontraram diferenças nos tempos despendidos com alimentação e ruminação.

Phillips & Rind (2001), avaliando o comportamento ingestivo de vacas de mesma raça recebendo 2 kg de concentrado em pastejo de azevém perene, verificaram tempo médio de pastejo de 489 minutos por dia. Tempos de pastejo mais próximos aos encontrados neste trabalho (472,50) foram encontrados, ambos em 24 horas de observação, por Pires *et al.* (2001) *apud* Olivo *et al.* (2008), 468 minutos, em pesquisa com vacas em lactação, sem suplementação, em pastagem de Coastcross (*Cynodon dactylum*); e por Orr *et al.* (2001) *apud* Olivo *et al.* (2008), 462 minutos, utilizando vacas Holandesas em pastagem de azevém perene suplementada com concentrado (4 kg/dia).

O menor tempo despendido para ruminação foi para a dieta com silagem de girassol ($P < 0,05$), que diferiu das outras dietas as quais foram iguais estatisticamente ($P > 0,05$). Estes resultados comprovam os resultados encontrados na avaliação da composição química da fibra da silagem de girassol, que apresentou concentração elevada quanto ao teor de fibra em detergente ácido e lignina, além de baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro, que

acarretou em baixo consumo desta dieta, conforme apresentado no Capítulo 1 desta dissertação.

Segundo Welch & Hooper (1988) *apud* Mendonça *et al.* (2004), o tempo despendido com ruminação é altamente correlacionado com o consumo de FDN em bovinos. Neste caso, esperava-se um maior tempo de ruminação para a dieta com silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia em relação à cana-de-açúcar devido o maior teor de FDN na dieta. Porém, para Beauchemin & Buchanan-Smith (1989), não só o teor de FDN nas dietas altera o tempo gasto com ruminação, como também a qualidade da FDN, ou seja, sua degradabilidade ruminal. Como a digestibilidade da FDN da dieta com cana-de-açúcar foi menor, isto implicou em maior tempo de ruminação, considerando que essas dietas não diferiram quanto ao consumo de matéria seca (Capítulo 1).

Quanto ao tempo de ócio, as dietas com silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia apresentaram menores tempos diferindo ($P < 0,05$) em relação às outras dietas. A dieta com cana-de-açúcar teve tempo de ócio intermediário e a dieta com silagem de girassol foi a que apresentou o maior tempo de ócio ($P < 0,05$).

Este resultado com a dieta à base de cana-de-açúcar se deve à baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro que contribuiu para um maior enchimento físico do rúmen, além da maior proporção de concentrado nesta dieta. Isso também ocorreu na dieta com silagem de girassol, onde a alta proporção de concentrado também pode ter colaborado para aumentar o tempo de ócio, pois o suprimento de energia torna-se mais rápido, além do baixo consumo de matéria seca e baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro apresentados nessa dieta (Capítulo 1).

Gonçalves *et al.* (2000), trabalhando com cabras leiteiras alimentadas com diferentes relações volumoso:concentrado, verificaram que, com o aumento do nível de concentrado nas dietas, houve diminuição nos tempos despendidos

com alimentação e ruminação e, em contrapartida, houve aumento no tempo despendido com ócio. Este fato foi confirmado por Burger *et al.* (2000) que, trabalhando com bezerros holandeses, constataram que os tempos médios gastos com alimentação e ruminação diminuíram linearmente com o aumento do nível de concentrado nas dietas, ao contrário do que ocorreu com o tempo de ócio, o qual aumentou linearmente.

O número de períodos de alimentação (NPA), que também se encontra na tabela 13, foi menor na dieta com pasto de capim-tanzânia comparada com outras dietas que foram iguais ($P>0,05$) entre si. O fato da dieta do pasto ter proporcionado maior tempo de alimentação evidencia essa ocorrência.

Com relação ao número de períodos de ruminação (NPR), houve diferença ($P<0,05$) da dieta com silagem de sorgo, que foi maior do que as outras dietas ($P>0,05$). Isto está relacionado com o maior teor de FDN desta dieta em relação às outras como foi discutido anteriormente.

No que concerne ao número de períodos de ócio (NPO), as dietas com cana-de-açúcar, silagem de sorgo e silagem de girassol não diferiram ($P>0,05$) entre si, as quais tiveram um número maior de períodos de ócio em relação à dieta com pasto de capim-tanzânia ($P<0,05$). Este resultado pode estar associado não apenas com a dieta em si, mas também com o ambiente, visto que não houve diferença apenas para as vacas que receberam a ração no cocho.

Os dados de duração dos períodos de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e de ócio (DPO), quando estes são relacionados aos outros dados da tabela 13, observa-se que a dieta com pasto de capim-tanzânia teve um maior tempo de alimentação, com menor número de refeições e maior duração dos períodos de refeição ($P<0,05$), o contrário ocorreu com as outras dietas ($P>0,05$).

Quanto à duração do período de ruminação, as dietas com cana-de-açúcar e com pasto de capim-tanzânia foram superiores ($P<0,05$) em relação à silagem de sorgo e de girassol ($P>0,05$). A dieta com silagem de girassol

apresentou um menor tempo de ruminação, assim como uma duração do período de ruminação inferior. As outras dietas que apresentaram número de períodos de ruminação menor foram compensadas com a maior duração do período de ruminação.

Quanto à duração do período de ócio, este foi maior ($P < 0,05$) para as dietas com cana-de-açúcar e silagem de girassol e menor para as demais avaliadas.

O tempo de mastigação merícica por bolo (TM/bolo), o número de mastigações merícicas por bolo (NM/bolo), o número de mastigações merícicas por minuto (NM/min), o número de mastigações merícicas por dia (NM/dia), número de bolos por dia (NB/dia), tempo total de mastigação (TTM), e os respectivos coeficientes de variação estão apresentados na tabela 14.

TABELA 14. Tempo de mastigação por bolo (TM/bolo), número de mastigações por bolo (NM/bolo), número de mastigações por minuto (NM/min), número de mastigações por dia (NM/dia), número de bolos por dia (NB/dia), tempo total de mastigação (TTM), de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos, e coeficientes de variação (CV)

Volumosos nas dietas					
Parâmetros	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim-Tanzânia	CV (%)
TM/bolo(seg.)	57,63 a	53,71 a	60,14 a	47,41 b	12,77
NM/bolo	54,50 a	50,19 a	54,14 a	42,29 b	14,84
NM/minuto	56,51 a	56,19 a	53,63 a	53,73 a	8,99
NM/dia	28.626,99 a	30.436,16 a	22.023,41 b	26.046,34 b	16,63
NB/dia	543,65 a	608,54 a	417,49 b	616,58 a	13,37
TTM(min)	788,75 b	870,00 a	647,50 c	956,25 a	10,36

Médias com letras iguais, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

O tempo de mastigação merícica (TM/bolo), assim como o número de mastigação merícicas por bolo (NM/bolo), foi menor na dieta com pasto de capim-tanzânia ($P < 0,05$) em relação às outras dietas que não diferiram entre si ($P > 0,05$). Este fato pode estar relacionado com a maior seletividade da dieta a pasto em relação às outras dietas em confinamento.

O número de mastigação merícicas (NM/minuto) não diferiu ($P > 0,05$) entre as dietas estudadas. A dieta com silagem de girassol foi inferior, com diferença ($P < 0,05$) quanto ao número de mastigações merícicas por dia, número de bolo por dia e quanto ao tempo total de mastigação por dia, em relação às outras dietas.

O maior tempo total de mastigação (TTM) observado foi para a dieta com silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia ($P > 0,05$); a cana-de-açúcar ficou em situação intermediária quanto ao tempo total de mastigação ($P < 0,05$) em relação às outras dietas, e a dieta com silagem de girassol apresentou o menor TTM.

Resultados semelhantes foram encontrados por Mendonça *et al.* (2004) que, trabalhando com vacas em lactação alimentadas com cana-de-açúcar e silagem de sorgo, não encontraram diferença significativa quanto ao número de bolos ruminais por dia, 548 e 555, respectivamente.

O menor valor para o TTM na dieta com silagem de girassol pode ser explicado pelos tempos estatisticamente menores de alimentação e ruminação para esta dieta. De acordo com Van Soest (1994), a atividade de mastigação tem um importante papel no consumo e digestão de forragens, influenciando a taxa de secreção salivar, solubilizando os nutrientes, quebrando e reduzindo o tamanho das partículas e expondo os nutrientes, para a colonização e aumentando a taxa de passagem da digesta.

Os dados relacionados ao consumo, ruminação, mastigação e eficiências de alimentação e ruminação da matéria seca e da fibra em detergente neutro são apresentados na tabela 15.

TABELA 15. Tempo de consumo de matéria seca (CMS) em minutos/kg, consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em minutos/kg, ruminação da matéria seca (RMS) em minutos/kg, ruminação da fibra em detergente neutro (RFDN) em minutos/kg, mastigação da matéria seca (MMS) em minutos/kg, mastigação da fibra em detergente neutro (MFDN) em minuto/kg, eficiência de alimentação da matéria seca (EALMS), eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro (EALFDN), eficiência de ruminação da MS (ERMS), eficiência de ruminação da FDN (ERFDN) de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos, e coeficientes de variação (CV)

Volumosos nas Dietas					
Parâmetros	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim-tanzânia	CV (%)
CMS (min/kg)	15,93 b	19,09 b	18,65 b	26,93 a	24,82
CFDN (min/kg)	48,84 a	31,21 b	56,86 a	43,43 a	32,71
RMS (min/kg)	28,64 a	31,40 a	31,79 a	26,90 a	13,88
RFDN (min/kg)	88,46 a	51,45 b	101,03 a	42,83 b	39,00
MMS (min/kg)	44,57 a	50,48 a	50,44 a	53,83 a	15,65
MFDN (min/kg)	137,30 a	82,67 b	157,89 a	86,26 b	34,28
EALMS (kgMS/hora)	3,97 a	3,27 a	3,34 a	2,49 b	24,47
EALFDN(kgFDN/hora)	1,28 b	1,99 a	1,17 b	1,60 a	30,71
ERMS (kgMS/hora)	2,13 a	1,94 b	1,93 b	2,26 a	12,76
ERFDN (kgFDN/hora)	0,70 c	1,18 b	0,68 c	1,43 a	17,29

Médias com letras iguais, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

A dieta com pasto de capim-tanzânia diferiu ($P < 0,05$) das demais, apresentando um maior tempo para o consumo de matéria seca em min/kg, o que acarretou em menor eficiência da alimentação de matéria seca em kg MS/hora em relação às outras dietas, as quais não diferiram entre si ($P > 0,05$) (tabela 15).

Para Albright (1994), o tempo gasto com alimentação é um dos fatores limitantes do consumo de forragem, em função do número de movimentos mastigatórios. Portanto, pode-se dizer que houve um menor consumo de nutrientes para a dieta com pasto de capim-tanzânia. Este fato justifica os resultados encontrados no capítulo 1 quanto à perda de peso das vacas alimentadas com pasto.

Em experimento realizado por Palhano *et al.* (2007), observaram-se valores para a taxa de ingestão que variaram de 7,5 a 17,0 g MS/minuto/animal entre a menor e a maior altura do dossel, e foram inferiores aos descritos por Damasceno *et al.* (2003a) *apud* Palhano *et al.* (2007), que reportaram valores de 19,0 a 38,0 g MS/minuto para novilhos em pastagem de capim-tanzânia, que foram semelhantes aos obtidos neste trabalho.

Apesar da dieta com silagem de girassol ter propiciado maior tempo de ócio e menor consumo de matéria seca, a eficiência da alimentação de matéria seca foi maior neste tratamento em relação à dieta com pasto de capim-tanzânia. Este resultado corrobora os de maior eficiência alimentar encontrados no capítulo 1 pela dieta com silagem de girassol e menor eficiência alimentar para a dieta com pasto de capim-tanzânia.

O tempo gasto para a ruminação e mastigação da FDN foi maior ($P < 0,05$) para as dietas com cana-de-açúcar e silagem de girassol, o que pode estar relacionado às características de baixa digestibilidade da fibra destes volumosos aliadas à elevada proporção de concentrado nestas dietas, que pode ter afetado a degradação da fibra.

A eficiência de alimentação da FDN foi maior ($P < 0,05$) para as dietas com silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia, as quais proporcionaram um maior consumo de FDN por hora em relação à dieta com cana-de-açúcar e silagem de girassol que apresentaram similaridade ($P > 0,05$) quanto ao consumo de FDN. Este resultado também está de acordo com aqueles citados no capítulo 1 que indicaram maior digestibilidade da FDN para as dietas com silagem de sorgo e o pasto de capim-tanzânia.

O tempo de ruminação da matéria seca não diferiu entre as dietas ($P > 0,05$); todavia, a eficiência de ruminação da matéria seca foi maior ($P < 0,05$) para as dietas com cana-de-açúcar e pasto com capim-tanzânia.

A eficiência de ruminação da FDN foi maior ($P < 0,05$) para a dieta com pasto de capim-tanzânia. Esta dieta proporcionou ruminação de uma maior quantidade de fibra em detergente neutro por hora. As dietas com silagem de girassol e com cana-de-açúcar foram as que apresentaram menores eficiências de ruminação da FDN e não diferiram entre si ($P > 0,05$). A dieta com silagem de sorgo foi intermediária quanto à eficiência de ruminação da FDN. Estes resultados se devem à maior proporção de concentrado nas dietas com silagens de cana e de girassol.

De acordo com os resultados encontrados por Dulphy *et al.* (1980) *apud* Mendonça *et al.* (2004), a eficiência de ruminação da matéria seca (ERMS) se eleva quando o nível de concentrado da dieta é aumentado. Este fato foi verificado também por Burger *et al.* (2000), em que a ERMS aumentou, linearmente, com a inclusão de concentrado nas dietas, enquanto a eficiência de ruminação da FDN decresceu linearmente. Segundo esses autores, isso ocorre, provavelmente, em virtude do declínio na atividade celulolítica dos microrganismos ruminais, além de uma parte do concentrado ser regurgitada no bolo durante a ruminação.

4 CONCLUSÕES

As dietas com os diferentes volumosos alteram o comportamento ingestivo das vacas mestiças em lactação.

As dietas com pasto de capim-tanzânia e silagem de sorgo proporcionam um maior tempo de alimentação e mastigação e maior eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro.

As dietas com silagem de girassol e cana-de-açúcar propiciam maior eficiência de alimentação da matéria seca e menor eficiência da alimentação e ruminação da fibra em detergente neutro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 485-498, 1994.

BEAUCHEMIN, K. A.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Effects of neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 9, p. 2288-2300, 1989.

BURGER, P. J. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

CARVALHO, P. C. F. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. da (Eds.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001b. p. 853-871.

GONÇALVES, A. L. et al. Comportamento alimentar de cabras leiteiras submetidas a dietas com diferente relação volumoso concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** São Paulo: SBZ/Gmosis, 2000. 1 CD-ROM.

MENDONÇA, S. de S. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 723-728, 2004.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, JR. G. C., (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D. S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 319-352.

OLIVO, C. J. et al. Cortamento ingestivo de vacas em lactação em diferentes sistemas forrageiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 11, p. 2017-2023, 2008.

PALHANO, A. L. et al. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1014-1021, 2007.

PEREIRA, E. S. et al. Comportamento ingestivo de novilhos holandeses alimentados com feno de Tifton 85 em diferentes tamanhos de partículas: 1-tempo de alimentação, tempo de ruminação, eficiência de alimentação, eficiência de ruminação e tempo de mastigação total. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.

PHILLIPS, C. J.; RIND, M. I. The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 1, p. 51-59, 2001.

POLLI, V. A.; RESTLE, J.; SENNA, D. B. Comportamento de bovinos e bubalinos em regime de confinamento: I atividades. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, p. 127-131, 1995.

SOUSA, D. de P. et al. Comportamento ingestivo, consumo e digestibilidade de nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com caroço de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 10, p. 2053-2062, 2009.

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

**CAPÍTULO III – RENDIMENTO, COMPOSIÇÃO E ANÁLISE
SENSORIAL DO QUEIJO MINAS FRESCAL PRODUZIDO DO LEITE
DE VACAS MISTIÇAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO
DIFERENTES VOLUMOSOS**

RESUMO

MARTINS, Susi Cristina dos Santos Guimarães. **Composição do leite, produção, composição e análise sensorial do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos**. 2010. Cap. III, p. 103 - 140. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o processamento do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas com diferentes volumosos (cana-de-açúcar, silagem de sorgo, silagem de girassol e pasto de capim-tanzânia). Foi avaliada a composição do leite e do queijo de oito vacas mestiças com aproximadamente 200 dias de lactação em dois quadrados latinos 4 x 4 (4 animais, 4 dietas, 4 períodos). Os períodos foram de dezoito dias, sendo quinze dias de adaptação e três dias de coletas de dados. Amostras de leite de cada vaca, pela manhã e à tarde, foram coletadas e analisadas quanto à composição físico-química. O queijo Minas frescal foi processado no segundo dia com o leite resfriado coletado no dia anterior e no dia seguinte foram feitas análises microbiológica, físico-química e posteriormente análise sensorial. Amostras do queijo foram congeladas e analisadas quanto ao perfil de ácidos graxos. O teor de gordura, proteína, extrato seco desengordurado e densidade do leite diferiram ($P < 0,05$). A gordura foi maior para o leite de vacas alimentadas com dietas à base de silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia. O teor de proteína e extrato seco desengordurado foram maiores nas dietas com cana-de-açúcar e valores maiores de densidade do leite foram alcançados para as dietas com cana-de-açúcar e silagem de sorgo, sendo que as demais dietas foram inferiores e não diferiram entre si ($P > 0,05$). Não houve diferença ($P > 0,05$) quanto ao teor de cinzas e extrato seco total (EST) do leite. O rendimento do queijo foi igual ($P > 0,05$) para as dietas avaliadas. Quanto à composição físico-química do queijo ocorreu o inverso em relação ao teor de gordura, que foi maior ($P < 0,05$) para a dieta com cana-de-açúcar e a silagem de girassol em relação à silagem de sorgo e o pasto, os quais não diferiram entre si ($P > 0,05$). O queijo produzido do leite de vacas alimentadas com silagem de girassol apresentou qualidade superior ($P < 0,05$) quanto ao perfil de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional apresentando um menor teor de ácidos graxos saturados e maior proporção de ácidos graxos monoinsaturados e insaturados. No teste de análise sensorial o queijo produzido com dieta contendo a silagem de girassol teve uma maior

¹ Comitê Orientador: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – DCA/UNIMONTES (coorientador).

preferência pelos julgadores, quanto ao atributo aparência ($P < 0,05$), em relação às outras dietas.

ABSTRACT

MARTINS, Susi Cristina dos Santos Guimarães. **Milk composition, production, composition and sensory analysis of Minas frescal cheese produced from milk of crossbred cows fed different forages.** 2010. Chapter III. p. 103 - 140. Dissertation (Master's degree in Animal Science) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais. Brazil¹.

This study aimed to evaluate the milk processing of crossbred cows fed diets with different forage (sugarcane silage, sorghum silage, sunflower silage and Tanzania grass pasture). It was evaluated milk and cheese composition of eight crossbred cows with 200 days of lactation in two Latin Squares 4 x 4 (4 animals, 4 diets, 4 periods). The periods were of eighteen days, fifteen days for adaptation and three days for data collection. Milk samples from each cow, in the morning and in the afternoon, were collected and analyzed for physico-chemical composition. Minas frescal cheese was processed on the second day with cooled milk collected in the day before and on the following day it was made microbiological, physicochemical and sensory analysis later. Samples of cheese were frozen and analyzed for fatty acid profile. Fat content, protein, nonfatty dry extract and density of the milk presented differences ($p < 0.05$). Fat was higher for milk from cows fed diets based on sorghum silage and Tanzania grass pasture. Protein content and nonfatty dry extract were higher in diets with sugarcane and higher values of milk density were obtained from sugarcane and sorghum diets, being the other diets were lower and did not differ between them ($p > 0.05$). There was no difference ($p > 0.05$) for ash and total dry extract of milk. The yield of cheese was the same ($p > 0.05$) for diets evaluated. Concerning to physico-chemical composition of the cheese, the inverse occurred in relation to fat, which was higher ($p < 0.05$) for the diet with sugarcane and sunflower silage in relation to sorghum silage and pasture, which did not differ between them ($p > 0.05$). Cheese produced from milk from cows fed sunflower silage had higher quality ($p < 0.05$) for fatty acid profile and nutritional quality indexes showing a lower content of saturated fatty acids and a higher proportion of monounsaturated fatty acids and unsaturated. In the test of sensory analysis, cheese produced with diets containing sunflower silage had greater preference by the tasters and on the appearance attribute was superior ($P < 0.05$) to other diets.

¹ Guidance Committee: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DAC/UNIMONTES (Advisor); Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – DAC/UNIMONTES (co-advisor).

1 INTRODUÇÃO

Um diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais realizado pela Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais em 2005 (FAEMG, 2006) apresentou índices muito baixos de produtividade de leite no norte deste Estado. Isto se deve ao fato desta região ser menos especializada para a produção leiteira apesar de apresentar grande potencial para esse fim. Os recursos disponíveis para produção de leite, de modo geral, são elevados. Em média, em Minas, para produzir 184,26 litros/dia, são utilizados R\$ 449.683,81 em terras, benfeitorias, máquina e animais, valores que correspondem a R\$ 3.440,00/litro produzido por dia.

As regiões de Jequitinhonha e Norte de Minas têm as maiores participações do capital em terra, por disporem de maiores áreas. Ao comparar os dados de 2005 com os de 1995, constata-se que o padrão de investimento é o mesmo com predominância de terra, seguido de animais, benfeitorias e máquinas. Além disso, nos dois anos analisados, o número de produtores de até 50 litros de leite/dia é elevado, refletindo nos níveis tecnológicos, dada a baixa capacidade de investimento. Conforme os produtores entrevistados, as áreas destinadas à cana-de-açúcar correspondem a 1,4 hectares; capineira, 1,07 hectares; e milho/sorgo, 2,85 hectares. Em comparação com as de pastagens, 48,40 hectares, são relativamente pequenas. Estes resultados sinalizam a prevalência de sistemas de produção extensivos, especialmente entre os produtores de até 50 litros de leite/dia (FAEMG, 2006).

A seca é apontada como o principal fator que impede o aumento dos índices de produção de leite, em sequência vem as limitações de mercado e comercialização, a infraestrutura inadequada, a carência de forrageiras adaptadas às condições do semiárido, custo elevado da alimentação, baixa produtividade e potencial genético e estacionalidade de produção.

A cana-de-açúcar, a silagem de sorgo, a silagem de girassol são forrageiras adaptadas às regiões semiáridas e têm um grande potencial para produção de leite, e quando bem utilizadas permitem diminuir os problemas com a estacionalidade de produção leiteira.

Além da avaliação do volumoso, ou seja, a forrageira de menor custo e com maior produção de matéria seca/ha/ano, para garantir uma produção homogênea de leite durante o ano, é importante também considerar a composição do leite produzido a partir de dietas compostas com essa forrageira.

A composição do leite está diretamente relacionada com o seu processamento, que é importante para a aceitação do produto processado no mercado consumidor. O leite com maior teor de sólidos totais tem maior rendimento na indústria; além disso, esta também se preocupa com a aceitação dos seus produtos pelo consumidor e, dentre outros fatores, o alimento consumido pelo animal pode também influenciar no sabor, na consistência, no odor e na cor dos derivados do leite.

Consoante Abreu (2005) existe um grande número de fatores que afetam a composição do leite, tais como: espécie, raça, indivíduo, estágio de lactação, ordem de parição, manejo, alimentação, estações do ano, variações geográficas, primeira e segunda ordenha, estado de saúde da vaca, sistema de ingestão de água, dentre outros.

A alimentação da vaca também pode influenciar no valor nutritivo do leite e dos produtos processados, e este fato já preocupa grande parte da população. Alimentos saudáveis estão sendo cada vez mais procurados pelos consumidores.

De acordo com Magalhães (2002), a fabricação de queijos é uma forma conveniente de conservar o leite, transformando-o em um produto mais estável, palatável, cujas qualidades são mantidas, podendo ser padronizados ou adaptados às necessidades do mercado. O queijo, no Brasil e no mundo, é um

dos produtos lácteos que mais se difundiu e o que mais sofreu adaptações na técnica de elaboração, ocasionando, conseqüentemente, o surgimento de vários tipos existentes.

A tecnologia de fabricação de queijo, de modo geral, compreende a coagulação do leite pela adição de fermento lácteo ou ácido láctico ou pelo coalho enzimático, corte, dessoragem, prensagem da massa, salga úmida e embalagem (MADRID, 1994).

O processamento do queijo é simples, não requer investimentos com equipamentos, e quando realizado com qualidade agrega valor ao produto. O processamento do queijo Minas frescal, que é o terceiro queijo mais produzido no Brasil, pode ser uma alternativa para aumentar a renda do produtor do Norte de Minas, quando o preço do leite pago pela indústria não permite a obtenção de lucro ou mesmo quando não cobre o custo de produção do leite.

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade físico-química, microbiológica, sensorial, o perfil de ácidos graxos do queijo Minas frescal e as características físico-químicas do leite produzido por vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - *Campus* Salinas, localizado na Fazenda Varginha, Km 02 Rodovia Salinas/Taiobeiras. A composição e os parâmetros físico-químicos foram realizados no Laboratório de Bromatologia do IFNMG – *Campus* Salinas, no Laboratório de Análise de Alimentos da UNIMONTES - *Campus* Janaúba e no Laboratório de Nutrição Animal da ESALQ-USP – *Campus* Piracicaba.

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

Foram utilizadas oito vacas mestiças 1/2 (Holandês/Gir Leiteiro) com potencial de produção de 20 kg de leite/dia e com período aproximado de lactação de 200 dias. Utilizaram-se quatro dietas experimentais, uma para cada um dos volumosos estudados (cana-de-açúcar, silagem de girassol, silagem de sorgo e pastagem de capim-tanzânia). As dietas foram formuladas conforme descrito pelo NRC (2001) para atender um potencial de produção de 20 kg de leite/dia com 4% de gordura e foram formuladas para serem isoproteicas. O experimento teve duração de 72 dias, sendo dividido em quatro períodos de 18 dias. Os 15 primeiros dias de cada período foram destinados para adaptação dos animais às dietas, e os três últimos dias para coleta de dados, segundo metodologia descrita por Santos *et al.* (2006). O delineamento experimental adotado foram dois quadrados latinos 4 x 4, compostos, cada um, de quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais.

2.3 Obtenção do leite

Amostras de leite de cada animal foram coletadas duas vezes ao dia nos últimos três dias de cada período, sendo feito um *pool* das amostras de leite da ordenha da manhã e da tarde, proporcionalmente à quantidade produzida de manhã e à tarde. Após a ordenha de cada vaca, o leite foi homogeneizado e coletou-se uma amostra de 300 mL, e posteriormente essas amostras foram encaminhadas ao laboratório de bromatologia e no mesmo dia foram realizadas as análises físico-químicas.

2.3.1 Análises físico-químicas

Para determinação das características físico-químicas do leite, foram realizadas as seguintes análises, em duplicada: acidez alizarol, acidez titulável (°D); pH, utilizando peagâmetro digital Tecnopon, densidade a 15 °C, pelo termolactodensímetro de Quevenne; teor percentual de gordura, pelo método de Gerber; proteína pelo método kjeldahl; cinzas pela incineração na mufla, e índice crioscópico (°H), utilizando crioscópio eletrônico LAKTRON 312-L. A porcentagem de lactose foi calculada pela diferença entre os constituintes sólidos (proteína, gordura e cinzas). O cálculo do extrato seco total (EST) foi obtido a partir do Disco de Ackermann, e o extrato seco desengordurado (ESD) pela subtração do teor de gordura (BRASIL, 2006).

Todas as análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do IFNMG - *Campus* Salinas-MG e no Laboratório de Análise de Alimentos da UNIMONTES – *Campus* Janaúba.

2.4 Processamento do queijo Minas frescal

O queijo Minas frescal foi processado no Laticínio do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - *Campus* Salinas. O leite de cada dieta experimental, separadamente, foi pesado, filtrado e submetido à pasteurização lenta (65 °C por 30 minutos). Após este tratamento térmico, o leite foi resfriado a 39 °C, temperatura em que foi adicionado o cloreto de cálcio (40 mL/100L) e o coalho (30 mL/100L), sendo este diluído em parte igual de água filtrada. Após um tempo de 40 a 60 minutos ocorreu à coagulação do leite, em seguida foi feito o corte da massa com uma faca inox em cubos de 1,5 a 2 cm, intercalando a mexedura e o repouso para promover a dessoragem, seguida da drenagem do soro e a salga da massa (700g/100L de sal branco refinado). Os queijos foram resfriados numa temperatura de 10 a 12 °C, após a viragem dentro das formas, e no dia seguinte foram retirados das formas, embalados, pesados em balança digital para determinar o rendimento e conservados numa temperatura de 4 °C.

2.5 Rendimento e análises físico-químicas do queijo

O rendimento dos queijos foi calculado segundo a equação:

Rendimento (L/kg) = volume de leite (L) / massa de queijo após embalagem (kg)

Amostras do queijo Minas frescal foram analisadas em duplicata quanto ao pH, acidez (°D), gordura, proteína, sólidos totais, cinzas, umidade (BRASIL, 2006), textura e perfil de ácidos graxos.

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

2.5.1 Perfil de Ácidos Graxos do queijo

A extração dos ácidos graxos foi feita conforme descrito por Hara (1978), e a metilação de acordo com a descrição de Christie (1982).

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

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

Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga. Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos. Os resultados dos ácidos graxos foram expressos em percentual de área (%).

2.5.2 Índices da qualidade nutricional do queijo Minas frescal

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

1) Índice de Aterogenicidade (IA) = $\{(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)\} / (\sum AGMI + \sum \omega6 + \sum \omega3)$ (Ulbricht & Southage, 1991);

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

2.6 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas dos queijos foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do IFNMG-*Campus* Salinas.

As embalagens foram desinfetadas com álcool 70%. Foram retiradas porções de várias regiões do queijo e pesadas em balança analítica 25g de cada amostra e colocadas em erlenmeyer com 225 ml de água peptonada 0,1% estéril, para cada amostra (diluição 10^{-1}). Homogeneizou-se em homogeneizador *Stomacher*.

A determinação do NMP (número mais provável) de coliformes a 35 °C foi realizada a partir da diluição 10^{-1} para então serem transferidas alíquotas de 1 ml para tubos de ensaio contendo tubos de *Durhan* invertidos, imersos em caldo lauril sulfato de sódio, sendo realizadas as diluições decimais subsequentes até 10^{-3} . As amostras foram incubadas a 35 °C por 48 horas. Para confirmação da presença de coliformes totais, foi feita a inoculação, dos tubos positivos, em caldo verde brilhante. A confirmação da presença de coliformes a 45 °C foi feita por meio da inoculação em caldo *E. coli*, a partir de tubos positivos na análise de

coliformes totais, com incubação em temperatura seletiva de 45 °C por 48 horas. O resultado foi expresso em NMP de coliformes totais por grama.

2.7 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Setor Agroindustrial do IFNMG-*Campus* Salinas. A avaliação dos queijos pelos julgadores não treinados foi realizada utilizando o teste de ordenação da preferência descrito por Meilgaard *et al.* (1999).

A análise sensorial do queijo foi feita em quatro períodos, com 24 provadores por período, em cabines com luz branca, e as amostras codificadas foram submetidas ao teste sendo cortadas em cubos, com peso de 25 g, em copinhos descartáveis. As quatro amostras foram colocadas numa bandeja, juntamente com um copo de água para retirar o resíduo da boca, entre a experimentação de uma amostra e outra; assim como, uma ficha de avaliação das amostras onde os provadores registravam a sua avaliação, de acordo a figura 1.

ANÁLISE SENSORIAL - PRODUTO: QUEIJO MINAS FRESCAL				
Nome: _____		Idade: _____		
Sexo: _____				
Por favor, avalie as amostras de Queijo Minas Frescal e ordene-as em ordem crescente de acordo com sua preferência para um atributo específico.				
APARÊNCIA	_____	_____	_____	_____
	- preferida			+ preferida
CONSISTÊNCIA	_____	_____	_____	_____
	- preferida			+ preferida
SABOR	_____	_____	_____	_____
	- preferida			+ preferida
ODOR	_____	_____	_____	_____
	- preferida			+ preferida

FIGURA 1. Ficha de avaliação sensorial apresentada aos provadores.

As amostras com seus respectivos códigos foram servidas simultaneamente e os provadores as classificavam em ordem crescente de preferência para cada atributo avaliado, dando a nota de valor 1 para a menos preferida, e 4 para a mais preferida).

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

2.8 Análises Estatísticas

O delineamento experimental para as análises do leite foram em dois quadrados latinos 4 x 4 (quatro animais, quatro tratamentos, 4 períodos experimentais), e para as análises do queijo usou-se o DIC (delineamento inteiramente casualizado) com quatro repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância do programa SISVAR, segundo o modelo estatístico a seguir:

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

Em que:

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

μ = Uma constante associada a todas as observações;

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

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

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

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

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

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição físico-química do leite quanto aos teores de cinzas, lactose e o extrato seco total foram iguais ($P>0,05$) para todas as dietas avaliadas. Contudo, o teor de gordura foi maior nos tratamentos com silagem de sorgo e capim-tanzânia, e a proteína foi maior na dieta com cana-de-açúcar, assim como o extrato seco desengordurado, como mostra na tabela 16.

TABELA 16. Composição química do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos, e coeficientes de variação

Volumosos nas Dietas					
Composição Físico-química	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim-Tanzânia	CV (%)
Gordura (%)	5,50 b	6,23 a	5,83 b	6,1 a	8,37
Proteína (%)	5,07 a	4,60 b	4,29 b	4,63 b	9,44
Lactose (%)	3,41 a	3,79 a	3,54 a	3,14 a	16,08
Cinza (%)	0,70 a	0,74 a	0,72 a	0,73 a	10,89
EST ¹ (%)	14,68 a	14,93 a	14,38 a	14,59 a	4,45
ESD ² (%)	9,19 a	8,74 b	8,59 b	8,51 b	3,78
Acidez (°D)	18,11 a	16,91 a	16,48 a	15,84 a	12,16
Densidade (g/ml)	1,032 a	1,031 a	1,029 b	1,030 b	0,21
pH	6,78 a	6,78 a	6,79 a	6,81 a	1,65
Índice Crioscópico (°H)	-0,5347 a	-0,5288 a	-0,5317 a	-0,5293 a	-0,88

Médias com letras iguais, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância. ¹EST = extrato seco total; ²ESD = extrato seco desengordurado

O maior teor de gordura encontrado no leite produzido a partir da dieta à base de silagem de sorgo e de pasto de capim-tanzânia se deve ao maior consumo de fibra em detergente neutro destas dietas que, no rúmen, proporcionaram a produção principalmente do acetato que é o precursor de gordura através da síntese *de novo*.

Quanto à proteína mais elevada no leite produzido a partir da dieta com cana-de-açúcar, se deve ao maior consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) proporcionado pela dieta que teve uma relação volumoso:concentrado (50:50), que provavelmente proporcionou um maior aporte de proteína não degradável no rúmen (PNDR), implicando em aumento da proteína do leite.

Valdez *et al.* (1988), quando compararam a composição do leite de vacas alimentadas exclusivamente com silagem de girassol ou silagem de milho ou a mistura de silagem de milho e girassol, verificaram que o percentual de gordura do leite dos tratamentos com silagem de milho (3,4%) e silagem de milho com girassol (3,3%) foi superior ao tratamento com silagem de girassol (3,0%). Quanto à proteína do leite não houve diferença em nenhum dos tratamentos (3,0%).

De outra forma, McGuffey e Schingoethe (1980) e Vandersall (1983) não encontraram diferença significativa no tratamento com a silagem de girassol em relação à silagem de milho.

Thomas *et al.* (1982) comparou a silagem de alfafa com a silagem de girassol na produção e na composição do leite e concluíram que a silagem de girassol é uma forragem adequada para vacas em meio e final de lactação. Registraram percentual de gordura do leite inferior para a silagem de girassol e proteína igual entre os tratamentos, mas os teores de gordura (3,6 e 3,2%) e proteína do leite (3,0 e 2,9%) foram inferiores aos encontrados neste trabalho.

Isso pode estar relacionado à composição da dieta total ou a quantidade de leite produzido, pois quanto maior a produção menor o teor de gordura e

proteína, e outros fatores que interferem na composição do leite. Já McGuffey e Schingoethe (1980) encontraram maior teor de gordura (3,9%) e menor teor de proteína (2,89%) no leite de vacas alimentadas exclusivamente com silagem de girassol em relação às vacas alimentadas com silagem de milho. O extrato seco total (EST) foi inferior para o tratamento com silagem de girassol.

Silva *et al.* (2004), ao avaliarem a produção e a composição do leite de vacas com média de 26 kg/dia alimentadas com diferentes proporções de silagem de girassol em substituição à silagem de milho, concluíram que a inclusão parcial da silagem de girassol se mostrou viável, pois não afetou significativamente as produções de leite, de proteína ou de gordura; entretanto, a substituição total afetou negativamente as produções de leite, de proteína e de extrato seco total do leite. Leite *et al.* (2002) não encontraram diferença na produção e na composição do leite de vacas holandesas alimentadas com silagem de girassol ou de milho.

Nascimento *et al.* (2008) avaliaram os efeitos das silagens de sorgo granífero, sacarino, e de milho na composição do leite. A porcentagem de gordura do leite das vacas alimentadas com silagem de sorgo sacarino foi maior (4,56%) em comparação àquelas alimentadas com silagem de milho (4,39%) e silagem de sorgo granífero (4,31%). A porcentagem de proteína foi maior (3,25%) no leite das vacas alimentadas com silagem de milho, intermediária no leite das vacas alimentadas com silagem de sorgo sacarino (3,05%) e menor no leite das vacas alimentadas com silagem de sorgo granífero (2,97%).

Mendonça *et al.* (2004) conduziram um experimento comparando as dietas contendo silagem de milho, com relação volumoso:concentrado (60:40) e as outras duas com cana-de-açúcar, com relação volumoso:concentrado (60:40), com dois níveis de ureia 0,35% e 1% e a outra com relação volumoso:concentrado (50:50), com 1% de ureia, e não observaram, em relação à composição do leite, diferenças entre as dietas.

Porto *et al.* (2009) analisaram a composição do leite de vacas alimentadas com forrageiras tropicais. As forrageiras avaliadas foram capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.), grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) e capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Staf). O teor de proteína do leite das vacas manejadas no capim-tanzânia foi superior ao obtido com grama-estrela; os teores de gordura e sólidos totais do leite não diferiram entre as forrageiras avaliadas.

Lima *et al.* (2009) avaliaram a composição do leite de vacas mestiças alimentadas com capim-tanzânia e capim-elefante Guaçu. A proteína do leite foi menor no capim-Guaçu, a gordura, a lactose e os sólidos totais não diferiram. O capim-tanzânia proporcionou um percentual médio de 3,4% de gordura; de 3,18% de proteína; 4,24% de lactose e 12,01% de EST.

Os resultados obtidos relativos à composição do leite (gordura, proteína, lactose, EST e ESD) deste trabalho foram superiores àqueles citados pelos autores referenciados, o que pode estar relacionado com a dieta total dos tratamentos avaliados.

As análises de rotina de importância no controle de qualidade do leite (acidez, densidade, pH e índice crioscópico) produzido com os diferentes volumosos seguiram os padrões de inspeção da qualidade do leite com diferença significativa ($P < 0,05$) apenas quanto à densidade, que foi maior para os tratamentos com a cana-de-açúcar e silagem de sorgo em relação aos tratamentos com silagem de girassol e capim-tanzânia (tabela 16).

Estes resultados estão dentro dos requisitos mínimos de qualidade para o leite cru de uso industrial: acidez (14 a 18 °D), gordura (mínimo 3,0%), densidade a 15 °C (1,028 a 1,034 g/ml), extrato seco desengordurado (mínimo 8,4%) e índice crioscópico (máximo de -0,530 °H) (BRASIL, 2002).

A composição físico-química do queijo Minas frescal não apresentou diferença ($P>0,05$) para a cinza, a proteína, os sólidos totais (ST) e a umidade, entre as dietas com os diferentes volumosos.

No que diz respeito ao teor de gordura, os tratamentos com a cana-de-açúcar e a silagem de girassol foram iguais ($P>0,05$), e superiores em relação à silagem de sorgo e o capim-tanzânia que não diferiram entre si ($P>0,05$). Apesar do teor de gordura no leite, apresentado neste trabalho, ter sido inferior para a silagem de girassol, no queijo foi estatisticamente maior. Porém, não teve influência no rendimento do queijo Minas frescal que foi igual em todos os tratamentos, como mostra a tabela 17.

TABELA 17. Composição físico-química e rendimento do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos

Volumosos nas Dietas						
Composição físico-química	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim - Tanzânia	CV (%)	
Gordura (%)	24,36 a	21,39 b	25,50 a	22,80 b	22,15	
Proteína (%)	19,41 a	19,70 a	19,17 a	19,91 a	14,10	
Cinzas (%)	2,31 a	2,52 a	2,57 a	2,33 a	17,50	
ST ¹ (%)	44,62 a	42,21 a	45,29 a	42,38 a	7,01	
Umidade (%)	55,38 a	57,79 a	54,71 a	57,62 a	5,42	
Rendimento (L/kg)	4,42 a	4,08 a	4,64 a	4,45 a	17,68	
Ácido Lático (%)	0,052 a	0,049 a	0,051 a	0,052 a	19,60	
pH	6,72 a	6,68 a	6,64 a	6,58 a	1,31	
Textura (N)	8,08 a	6,00 a	5,83 a	4,29 a	41,89	

Médias com letras iguais, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância. ¹ST = sólidos totais

Os resultados encontrados na tabela 17, quanto à composição físico-química, estão de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2004) para o queijo Minas frescal que deve apresentar umidade não inferior a 55%, caracterizando-o como queijo de alta umidade.

Em relação ao conteúdo de gordura no extrato seco, é classificado como semi-gordo, com alto teor de gordura entre 25 a 44,9%. Entretanto, apenas os queijos produzidos a partir da dieta com silagem de girassol e cana-de-açúcar foram similares ($P>0,05$), apresentando teores de gordura dentro da classificação da legislação vigente. As outras dietas produziram queijos com teores menores de gordura. Rosa (2004) verificou em queijo Minas frescal 62,5% de umidade e 20,5% de gordura. Essa autora encontrou valores de cinzas em queijo Minas frescal inferiores (1,94% e 1,91%) aos valores encontrados neste trabalho.

De acordo a legislação descrita por Brasil (2004), a concentração de proteína varia até 40%, sendo que a proteína predominante é a caseína. Sangaletti (2007), no estudo da vida útil do queijo Minas frescal, encontrou teor de proteína de 21,52% do primeiro ao décimo dia do processamento. Conforme Ribeiro (2001), quanto maior o teor de caseínas, maior é o rendimento, assim pode-se dizer que as dietas avaliadas proporcionaram uma maior concentração de proteína no leite, como pode ser observado na tabela 17, o que deve ter contribuído para o elevado o rendimento dos queijos produzidos.

Souza e Silva (2005) encontraram o rendimento de 6,09 L/kg para o queijo Minas frescal tradicional processado com coalho bovino. Menor do que o rendimento encontrado neste trabalho.

Os resultados obtidos para os teores de sólidos totais (ST) estão de acordo os relatados por Caruso (1997), que registrou uma média de 45,18% de ST, em queijos Minas frescal produzidos no período de uma semana. A autora concluiu também que, com o aumento do tempo de armazenamento, houve uma

tendência de aumentar o teor de sólidos totais devido à pequena dessoragem que ocorre neste período.

Os resultados das análises físico-químicas do queijo apresentados na tabela 17 não diferiram estatisticamente ($P>0,05$) quanto à acidez titulável, ao pH e à textura. Os valores obtidos das análises de gordura, proteína, acidez e pH foram parecidos com as médias encontradas por Sangaletti (2007), quando estudou a vida útil do queijo Minas frescal disponível no mercado nos primeiros dias após o processamento.

Estes valores também foram semelhantes quanto ao pH (6,76) e acidez titulável (0,052%), encontrados por Marques e Oliveira (2004), em queijo Minas frescal armazenado por um período de 30 dias. Rosa (2004) apresentou resultados parecidos para pH (6,71) e inferior (0,28%) de acidez em ácido láctico. Silva *et al.* (2003) reportaram valores de pH de 6,2 a 5,0 em queijo Minas frescal.

A escassez de trabalhos que avaliam o processamento de queijo Minas frescal a partir do leite produzido por dietas diferentes induziu a comparar os resultados encontrados neste estudo com trabalhos que avaliam a qualidade, processamento ou períodos de armazenamento do queijo em estudo.

Na avaliação do perfil de ácidos graxos, foi encontrada proporção de ácidos graxos saturados (AGS) inferior ($P<0,05$) no queijo produzido a partir da dieta com silagem de girassol em relação aos demais (cana-de-açúcar, silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia). Apenas para o C4:0 e o C22:0 não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos analisados, conforme a tabela 18.

A proporção de ácidos graxos monoinsaturados foi superior no ($P<0,05$) queijo produzido a partir da dieta com silagem de girassol, com exceção do C17:1, C18:1(C11), C18:1(C13) e o C20:1, os quais foram iguais estatisticamente ($P>0,05$) (tabela 18).

E quanto ao perfil de ácidos graxos poli-insaturados, também houve diferença ($P < 0,05$) entre o queijo produzido a partir da dieta com silagem de girassol que foi superior em relação aos das dietas à base de cana, silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia, sendo que estes foram iguais ($P > 0,05$) entre si (tabela 18).

De acordo a tabela 18, observou-se que o queijo produzido com a silagem de girassol apresentou um melhor perfil de ácidos graxos em termos nutricionais em relação aos outros tratamentos, ou seja, uma menor concentração de ácidos graxos saturados (30% menor) e uma maior concentração de ácidos graxos monoinsaturados (42,3% maior) e poli-insaturados (54,8% maior), principalmente o C18:1 (oleico) e C18:2 *Cis 9 trans 11* (Ácido Linoleico Conjugado).

TABELA 18. Percentual de ácidos graxos do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos

Componentes	Volumosos nas Dietas				CV (%)
	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim-Tanzânia	
Área (%)					
Saturados	78,61 a	75,05 a	51,77 b	72,66 a	5,35
C₄:0	2,83 a	2,57 a	2,32 a	3,26 a	28,29
C₆:0	2,17 a	1,94 a	1,16 b	2,11 a	25,36
C₈:0	1,44 a	1,25 a	0,57 b	1,25 a	26,20
C₁₀:0	3,35 a	2,88 a	1,06 b	2,64 a	27,57
C₁₂:0	4,34 a	3,70 a	1,32 b	3,23 a	27,31
C₁₄:0	0,36 a	0,28 b	0,09 c	0,22 b	21,13
C₁₅:0	2,16 a	1,77 b	0,95 c	2,01 a	7,65
C₁₆:0	36,26 a	35,20 a	19,05 b	26,37 b	16,58
C₁₇:0	1,02 a	0,82 b	0,71 b	1,16 a	16,34
C₁₈:0	7,61 b	7,62 b	12,90 a	11,80 a	16,61
C₂₂:0	0,08 a	0,06 a	0,03 a	0,05 a	35,40
Monoinsaturados	27,15 b	25,29 b	46,49 a	28,96 b	14,14
C₁₄:1	1,98 a	1,79 a	0,73 c	1,32 b	18,81
C₁₆:1	2,49 a	2,07 a	1,12 b	1,81 a	18,20
C₁₇:1	0,24 a	0,25 a	0,12 a	0,15 a	59,96
C₁₈:1(T6-T9)	0,26 b	0,29 b	1,39 a	0,38 b	104,74
C₁₈:1(T10-T12)	1,12 c	1,35 c	14,69 a	2,95 b	20,42
C₁₈:1(T16)	0,13 c	0,19 c	0,58 a	0,28 b	19,22
C₁₈:1C₉	20,32 b	18,73 b	26,97 a	21,43 b	15,89
C₁₈:1C₁₁	0,45 a	0,36 a	0,45 a	0,41 a	15,11
C₁₈:1C₁₂	0,10 b	0,11 b	0,31 a	0,09 b	32,46
C₁₈:1C₁₃	0,05 a	0,04 a	0,03 a	0,04 a	39,20
C₂₀:1	0,12 a	0,11 a	0,11 a	0,13 a	32,17
Poli-insaturados	2,84 b	2,32 b	5,73 a	2,71 b	18,80
C₁₈:2T₁₁C₁₅(CLA)	0,02 a	0,02 a	0,10 a	0,09 a	101,84
C₁₈:2C₉T₁₁(CLA)	0,48 b	0,52 b	3,82 a	0,96 b	35,41
C₁₈:2C₉C₁₂(CLA)	1,85 a	1,37 a	1,55 a	1,06 a	23,30
C₁₈:3ω6	0,04 a	0,02 a	0,01 a	0,01 a	148,95
C₁₈:3ω3	0,20 b	0,16 b	0,08 b	0,37 a	46,38
C₂₀:4	0,17 a	0,14 a	0,11 a	0,11 a	44,44
C₂₀:5	0,08 a	0,10 a	0,05 a	0,11 a	94,29

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Valdez *et al.*(1988) quando compararam a silagem de milho, silagem de milho com girassol e silagem de girassol na produção e na composição do leite de vacas em lactação. Observaram no leite produzido por silagem de milho uma maior proporção de ácidos graxos de cadeia média e saturados (AGS), C14:0, C16:0, e uma menor proporção de ácidos graxos de cadeia longa e poli-insaturados (AGP) C18:1 e C18:2. Quando se comparou a silagem de milho com a mistura silagem de milho com girassol, não houve diferença significativa ($P>0,05$) quanto ao teor de AGS, C14:0 e ou C18:0, ou C20:0; mas a mistura milho com girassol apresentou uma maior proporção de AGP, C18:1 e C18:2. Segundo esses autores, o aumento significativo de AGP do leite de vacas alimentadas com a mistura de silagem de milho com girassol pode indicar que uma maior quantidade de ácido linoleico (18:2), que predomina no óleo da semente de girassol, ignora a hidrogenação ruminal e é absorvido pelo intestino delgado. Ainda segundo os mesmos autores, a menor proporção de AGS no leite produzido com a silagem de girassol pode indicar uma inibição parcial da síntese *de novo* na glândula mamária pelo óleo do girassol que é rico em AGP.

McGuffey e Schingoethe (1980) encontraram resultados similares quando compararam dietas exclusivas com volumosos contendo a silagem de milho ou silagem de girassol, observaram um aumento significativo para os ácidos graxos poli-insaturados, C18:1 e C18:3, e uma redução dos ácidos graxos saturados, C14:0 e C16:0, no leite de vacas alimentadas com silagem de girassol.

Eifert *et al.*(2006) avaliaram os efeitos do óleo de soja na dieta de vacas lactantes sobre o perfil de ácidos graxos (AG) do leite da 5^a a 15^a semana da lactação. Observaram que as dietas que continham o óleo de soja propiciaram a produção de leite com maiores valores de *cis*-9 C18:1 e dos isômeros *cis*-C18:1 totais em relação às dietas-controle que não continha óleo. O óleo de soja reduziu em 43,7% os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e em 49,1% os

ácidos graxos de cadeia média (AGCM), conseqüentemente, aumentando em 55,3% os ácidos graxos de cadeia longa.

A clássica rota da bio-hidrogenação ruminal do ácido linoleico envolve a formação do CLA, *cis-9 trans-11 C18:2*, e sua redução até *trans-11 C18:1* antes da completa saturação até o ácido esteárico, C18:0 (HARFOOT & HAZLEWOOD, 1997). Como consequência dessa rota metabólica microbiana, 80% do CLA encontrado no leite apresenta a configuração *cis-9 trans-11 C18:2*, sendo o *trans-11 C18:1* o principal isômero intermediário detectado (BAUMAN & GRIINARI, 2001). Entretanto, Griinari *et al.* (1998) sugerem que, dependendo do ambiente, a rota da bio-hidrogenação ruminal pode ser desviada, promovendo a formação de outros isômeros do CLA e seus *trans-C18:1* correspondentes.

Neste trabalho houve um aumento significativo ($P < 0,05$) do ácido linoleico conjugado *cis-9 trans-11 C18:2* (CLA) entre o queijo produzido do leite de vacas alimentadas com a silagem de girassol e os outros volumosos (cana, silagem de sorgo e capim-tanzânia), assim como dos AG *trans-C18:1* como mostra a tabela 18.

Em relação ao aumento de gorduras *trans* observado neste trabalho com a silagem de girassol, também foi observado por Eifert *et al.* (2006) com dietas com óleo de soja. A concentração de *trans-C18:1* tem sido aumentada em situações como altas quantidades de lipídios insaturados na dieta (BATEMAN & JENKINS, 1998), que segundo Bessa *et al.* (2000), a população microbiana é muito sensível a esses fatores e a maior produção ruminal de isômeros *trans-C18:1* nestas situações é um mecanismo de defesa da microbiota, permitindo às bactérias manter a integridade da membrana celular, uma vez que ácidos graxos *trans* são menos tóxicos que os de configuração *cis*.

De acordo com Parodi (1999), elevar a concentração deste ácido graxo é de grande importância, visto que este AG é o precursor da síntese endógena de

CLA *cis-9 trans-11* C18:2 , que apresenta propriedades anticancerígenas e outras benéficas à saúde humana.

Um trabalho conduzido por Oliveira *et al.* (2009), que avaliaram a composição química e o perfil de ácidos na gordura do leite e do queijo mussarela de búfalas alimentadas com fontes de lipídeos à base de óleo de soja, concluíram que as fontes lipídicas reduziram as concentrações de AGS e aumentaram as concentrações de ácidos graxos insaturados. Os ácidos graxos encontrados na mussarela, em ordem decrescente, foram: palmítico, oleico, láurico e esteárico. O óleo de soja apresentou maior capacidade de elevar as concentrações do ácido linoleico conjugado (CLA) e do ácido vaccênico no leite e no queijo mussarela. Já neste trabalho, a ordem decrescente de AG foram: o palmítico, o oleico, o *trans*-C18:1(T10-T12), o esteárico e o CLA.

A tabela 19 apresenta os índices que indicam a qualidade nutricional do perfil lipídico relacionada com a saúde humana encontrados no queijo Minas frescal produzido a partir de dietas com diferentes volumosos.

TABELA 19. Índice de Aterogenicidade, Índice de Trombogênicidade, relação Hiper/Hipocolesterolêmicos, Ácidos Graxos desejáveis e relação de Ácidos Graxos Poli-insaturados/Ácidos Graxos Saturados no Queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos

Volumosos nas Dietas					
Variáveis	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim-Tanzânia	CV (%)
Aterogenicidade	3,63 a	3,69 a	1,06 b	3,10 a	17,34
Trombogênicidade	3,84 a	4,28 a	1,65 b	3,36 a	23,30
Hiper/Hipocolesterol	1,54 a	1,73 a	0,49 b	1,23 a	28,77
AG desejáveis	37,69 b	35,15 b	65,10 a	43,48 b	13,24
AGP/AGS	0,04 b	0,03 b	0,11 a	0,04 b	24,75

Médias seguidas de letras distintas, nas linhas, diferem pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

Os índices de aterogenicidade (IA), trombogênicidade e a relação hiper/hipocolesterol registrados, que associam os ácidos pró e anti-aterogênicos ao queijo produzido com silagem de girassol, foram menores com diferença significativa ($P < 0,05$) em relação aos outros queijos produzidos a partir do leite obtido a partir dos demais volumosos (cana, silagem de sorgo e capim-tanzânia), que não tiveram diferença entre si ($P > 0,05$). Segundo Ramos Filho (2007), índices de aterogenicidade (IA) mais baixos são desejáveis.

Quanto aos ácidos graxos desejáveis, o queijo produzido por dieta com silagem de girassol foi superior aos demais tratamentos, assim como a relação Ácidos Graxos Poli-insaturados/Ácidos Graxos Saturados (AGP/AGS) com diferença significativa ($P < 0,05$) quando comparado aos demais (cana, silagem de sorgo e capim-tanzânia).

A redução da proporção dos AG de cadeias curta e média (saturados) observado no queijo produzido a partir de silagem de girassol pode ser decorrente da diminuição de precursores da síntese *de novo*, acetato e β -hidroxibutirato, resultantes da fermentação ruminal, ou da direta inibição do complexo enzimático envolvido na síntese *de novo* pela ação dos ácidos graxos de cadeia longa dos óleos vegetais (PALMQUIST *et al.*, 1993).

A análise microbiológica do queijo teve como objetivo verificar se o produto estava dentro dos requisitos microbiológicos previstos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2004) para a realização da análise sensorial. Os resultados encontrados estão na tabela 20.

TABELA 20. Média de população de coliformes a 35 °C e coliformes a 45 °C do queijo Minas frescal produzido com o leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos

Volumosos	Coliformes		N ¹
	a 35°C (NMP/g)	a 45°C (NMP/g)	
Cana-de-açúcar	83 x 10 ¹	1 x 10 ¹	36
Silagem de Sorgo	59 x 10 ¹	0,5 x 10 ¹	36
Silagem de Girassol	11 x 10 ²	28 x 10 ¹	36
Capim-Tanzânia	11 x 10 ²	19,9 x 10 ¹	36

N¹ = número de repetição

Os resultados demonstraram uma possível contaminação após a pasteurização, ou seja, no processamento. Todavia, a população de coliformes a

45 °C encontrou-se dentro do limite tolerado para queijo de alta umidade com coagulação enzimática, prevista pela legislação que é de 5×10^3 NMP/g (BRASIL, 2004). Assim sendo, as amostras foram submetidas à análise sensorial.

Na Tabela 21 estão apresentados os resultados da análise sensorial que foi realizada utilizando-se o teste de ordenação da preferência dos atributos: aparência, consistência, sabor e odor do queijo Minas frescal produzido a partir do leite produzido com diferentes volumosos.

TABELA 21. Resultado da soma dos pontos do teste de ordenação quanto aos atributos aparência, consistência, sabor e odor do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos

Atributos	Cana-de-açúcar	Silagem Sorgo	Silagem Girassol	Capim - tanzânia
Aparência	248 b	204 b	301 a	207 b
Consistência	274 a	208 b	276 a	209 b
Sabor	239 ab	238 ab	277 a	206 b
Odor	243 a	233 a	258 a	226 a
N ¹	96	96	96	96

Totais com mesma letra, na linha, não diferem entre si ($p>0,05$) pelo teste de Friedman apud Ferreira *et al.* (2000). N¹ = número de provadores

De acordo a tabela 21 e figura 2, no atributo aparência, houve diferença ($P < 0,05$) entre o queijo produzido com silagem de girassol e os demais, sendo que esse foi o mais preferido quanto à aparência pelos provadores.

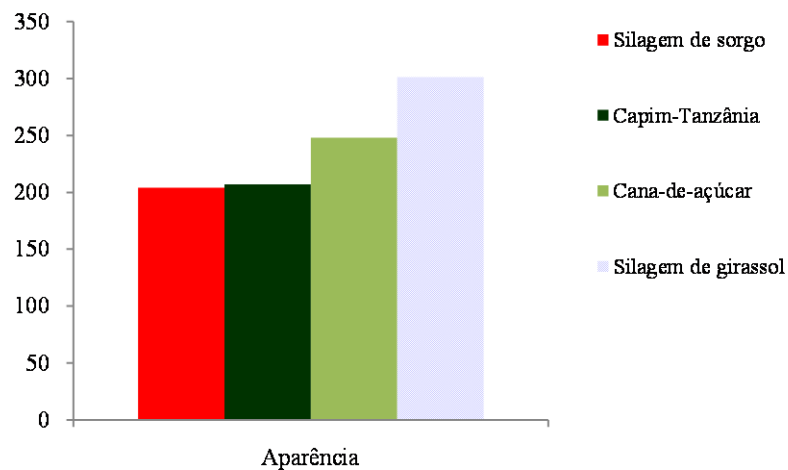


FIGURA 2. Resultado da análise sensorial da preferência para o atributo aparência do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos

Para o atributo consistência, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os queijos produzidos com silagem de girassol e cana-de-açúcar, mas estes foram superiores ($P < 0,05$) em relação aos queijos das dietas com silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia, como mostra a figura 3.

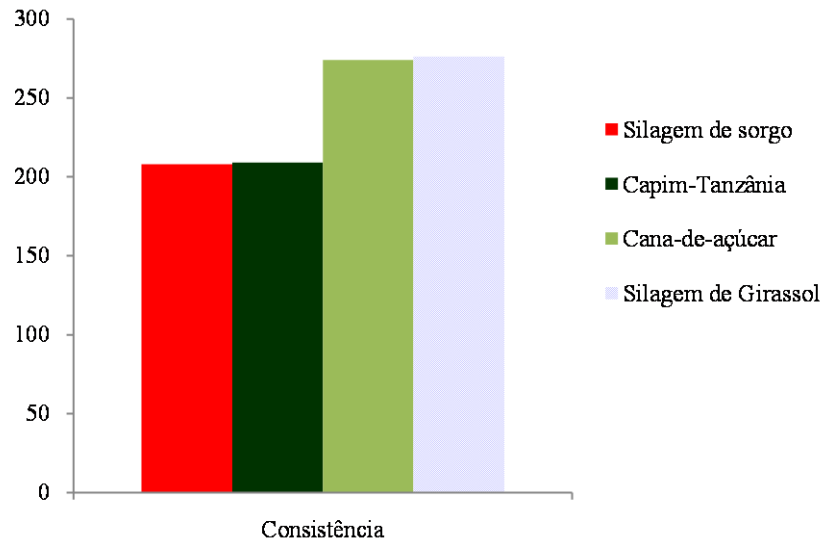


FIGURA 3. Resultado da análise sensorial da preferência para o atributo consistência do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos

Quanto ao atributo sabor, o queijo produzido a partir da dieta com silagem de girassol foi superior ($P < 0,05$) ao tratamento com pasto de capim-tanzânia; já os queijos produzidos a partir das dietas com silagem de sorgo e cana-de-açúcar foram intermediários e iguais ($P > 0,05$) entre si, como mostra a figura 4.

FIGURA 4. Resultado da análise sensorial quanto ao atributo sabor do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com de dietas contendo diferentes volumosos

Em relação ao atributo odor, os queijos dos tratamentos com silagem de girassol, cana-de-açúcar e silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia não diferiram ($P>0,05$) entre si. O queijo produzido com dieta a partir de pasto de capim-tanzânia, apesar de ter sido estatisticamente igual, foi quantitativamente inferior às outras dietas, como mostra a figura 5.

FIGURA 5. Resultado da análise sensorial quanto ao atributo odor do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes volumosos

Os resultados encontrados na análise sensorial mostraram a maior preferência pelos julgadores do queijo Minas frescal produzido a partir da dieta com silagem de girassol, em relação às outras dietas avaliadas. O queijo produzido a partir da dieta com pasto de capim-tanzânia foi o menos aceito pelos consumidores. Os queijos produzidos a partir da dieta com cana-de-açúcar e silagem de sorgo tiveram aceitação intermediária.

Sangaletti (2007) não verificou diferença ($P > 0,05$) dos atributos aparência, cor, odor, sabor e textura do queijo Minas frescal obtido direto do laticínio e analisados com 1, 10, 20 e 30 dias de vida útil após o processamento.

Machado *et al.* (2004) e Andreatta (2006) também relataram resultados parecidos aos de Sangaletti (2007) quando avaliaram a aceitação do consumidor do queijo Minas frescal no período de armazenamento de 30 dias. Concluíram que, apesar de ter havido alterações químicas e microbiológicas durante o período de armazenamento, as mesmas não foram suficientes para provocar alterações sensoriais detectáveis pelos provadores. No entanto, os autores não avaliaram a dieta fornecida para as vacas para produção do leite utilizado no processamento, apenas o tempo de armazenamento do queijo Minas frescal.

Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliaram a análise sensorial do queijo Minas frescal produzido do leite de vacas alimentadas com dietas compostas por diferentes volumosos.

4 CONCLUSÕES

A dieta com cana-de-açúcar é melhor quanto à composição físico-química do leite.

O rendimento do queijo Minas frescal é igual para todas as dietas com diferentes volumosos.

O teor de gordura do queijo Minas frescal é maior para as dietas com cana-de-açúcar e silagem de girassol.

A qualidade nutricional do queijo é melhor para a dieta com silagem de girassol.

A dieta com silagem de girassol propicia queijo com melhor perfil de ácidos graxos insaturados, principalmente o oleico e o linoleico conjugado (CLA), e uma menor proporção de ácidos graxos saturados.

O queijo oriundo da dieta com silagem de girassol tem maior preferência pelos julgadores no teste de análise sensorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANDREATTA, E. **Avaliação da qualidade dos queijos Minas frescal e tipo mussarela produzidos com leite contendo diferentes níveis de células somáticas.** 2006. 110 p. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal)-Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

BATEMAN, H. G.; JENKINS, T. C. Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 2451-2458, 1998.

BAUMAN, D. E.; GRINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 70, p. 15-29, 2001.

BESSA, R. J. B. et al. Reticulorumen bio-hydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 63, p. 201-211, 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 51, de 20 de setembro de 2002. Aprova os regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, set. 2002. Seção 1, p. 13-21.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Instrução Normativa nº. 22 de 14 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 17 out. 2008

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de origem Animal. Instrução Normativa nº 4, de 01 de março de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 17 out. 2008.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária (DISPOA). Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de ago. de 2003. Seção 1.

CARUSO, E. C. **Variação do teor de carboidratos totais em queijos Minas frescal e Minas padrão**. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1997.

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

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

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

FUNDAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DE MINAS GERAIS-FAEMG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais**. Relatório de pesquisa: tabelas. Belo Horizonte. 212 p, 1996.

FUNDAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS-FAEMG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005**: relatório de pesquisa. Belo Horizonte, 156p. 2006.

GRIINARI, J. M. et al. Trans octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 1251, 1998.

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

HARTFOOT, C. G.; HAZELWOOD, G. P. lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N. (Ed.). **The rumen microbial system**. England: Elsevier Science, 1998. p. 285-322.

LEITE, L. A. **Silagem de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras**. 2002. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, 2002.

LIMA, M. L. P. et al. **Vacas leiteiras mantidas em rotacionado de capim-elefante Guaçu e capim-tanzânia: produção e composição do leite**. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/2007>>. Acesso em: 12 mar. 2009.

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

MARQUES, M. C.; OLIVEIRA, C. A. F. **Avaliação das características físico-químicas do queijo Minas frescal produzido com leite contendo diferentes níveis de células somáticas**. Pirassununga: FZEA/USP, 2004. 15 p.

McGUFFEY, R. K.; SCHINGOETHE, D. J. Feeding value of high poultry litter and sunflower hulls mixed with corn silage for growing dairy animals. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 7, p. 1109-1113, 1980.

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

MENDONÇA, S. S. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.

MADRID, V. A. **Nuevo manual de tecnologia quesera**. Madrid: Mundi Prensa Libros, 1994. 380 p.

MAGALHÃES, F. A. R. **Evolução de características físico-químicas e sensoriais durante a maturação do queijo tipo gorgonzola**. 2002. 85 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras, 2002.

NASCIMENTO, W. G. do et al. Valor nutritivo da silagem das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 896-904, 2008.

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

OLIVEIRA, R. L. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos do leite e mussarela de búfalas alimentadas com diferentes fontes de lipídeos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 3, p. 736-744, 2009.

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

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

PORTO, P. P. Produção e composição química do leite, consumo e digestibilidade de forragens tropicais manejadas em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 8, p. 1422-1431, 2009.

RAMOS FILHO, M. M. **Qualidade nutricional da fração lipídica de espécies de peixes da região Pantaneira de Mato Grosso do Sul, Brasília-DF**. 2007. Tese (Pós-Graduação em Ciência e Saúde)-Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

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

ROSA, V. P. **Efeitos da atmosfera modificada e da irradiação sobre as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais do queijo Minas frescal**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2004.

SANGALETTI, N. **Estudo da vida útil do queijo Minas frescal disponível no mercado**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SANTOS, F. A. P. et al. Desempenho de vacas em lactação recebendo dietas com diferentes teores de amido total, acrescidas ou não de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1568-1575, 2006.

SOUZA, R. P. N.; SILVA, R. S. S. F. Estudo de custo e rendimento do processamento de queijo Minas frescal. **Ciências Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 170-174, jan-mar, 2005.

SILVA, B. O. et al. Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 6, p. 750-756, 2004.

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

THOMAS, V. M. et al. Sunflower silage in rations for lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, p.267, 1982.

VANDERSALL, J. H. Sunflower silage for lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, p. 1583, 1976.

VALDEZ, F. R.; HARRISON, J. H.; FRANSEN, S. C. Effect of Feeding Corn-Sunflower Silagem on Milk Production, Milk Composition, and Rumen Fermentation of Lactating Dairy Cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 71, p. 2462-2469, 1988.

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