CANA-DE-AÇÚCAR ENSILADA COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO EM DIETAS PARA VACAS MESTIÇAS EM LACTAÇÃO

SUSI CRISTINA DOS SANTOS GUIMARÃES MARTINS

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CANA-DE-AÇÚCAR ENSILADA COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO EM DIETAS PARA VACAS MESTIÇAS EM LACTAÇÃO

Autor: Susi Cristina dos Santos Guimarães Martins

Orientador: Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Junho de 2013

SUSI CRISTINA DOS SANTOS GUIMARÃES MARTINS

CANA-DE-AÇÚCAR ENSILADA COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO EM DIETAS PARA VACAS MESTIÇAS EM LACTAÇÃO

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho
Coorientadores: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires
Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Junho de 2013

636.085 Martins, Susi Cristina dos Santos Guimarães.

M346c Cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos em dietas para vacas mestiças em lactação. / Susi Cristina dos Santos Guimarães Martins. – Itapetinga-BA: UESB, 2013.

152f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho e coorientação do Prof. D.Sc. Aureliano José Vieira Pires e Prof. D.Sc. Robério Rodrigues Silva.

1. Vacas mestiças lactantes - Silagem de cana-de-açúcar - Aditivos. 2. Silagem de cana-de-açúcar - Ureia e óxido de cálcio. 3. Vacas lactantes – Alimentação - Parâmetros. 4. Vacas mestiças - Dieta - Produção e composição do leite. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, C*ampus* de Itapetinga. II. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. III. Pires, Aureliano José Vieira. IV. Silva, Robério Rodrigues. V. Título.

CDD(21): 636.085

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-*BA*

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Cana-de-açúcar ensilada com ureia e óxido de cálcio em dietas para vacas mestiças em lactação".

Autor (a): Susi Cristina dos Santos Guimarães Martins
Orientador (a): Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho
Co-orientador (a): Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires
Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho - UFBA

Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva – UESB

Profª. Drª. Mara Lúcia Albuquerque Pereira – UESB

Prof. Dr. Laudí Cunha Leite - UFRB

Profª. Drª. Silvana Teixeira Carvalho – UFBA

Data de realização: 28 de junho de 2013.

A Deus,

minha fortaleza,

meu guia,

meu protetor e orientador,

Pai Eterno.

Que me concedeu saúde e a força espiritual para superar todas as dificuldades que encontrei durante essa caminhada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu chegasse até aqui, me concedendo saúde, força, paz e determinação.

À minha família, ao meu esposo Tião e aos meus filhos Renan e Artur, pelo incentivo e pela compreensão.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), que, por meio do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ), ofereceu-me o Curso de Doutorado em Zootecnia.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia, que sempre ofereceram um atendimento e ensino de qualidade, assim como a disponibilidade das instalações, como os laboratórios de Forragicultura e Pastagem, Fisiologia Animal e de Alimentos, onde pude realizar todas as análises necessárias para a pesquisa.

Aos alunos bolsistas de pós-graduação, Jeruzia, Deise, George, Rodrigo, Daiane, Alanna e Ellen, que realizaram as análises laboratoriais com muito empenho e dedicação.

Ao funcionário do Laboratório de Forragicultura e Pastagem, o José (Zé), pela grande ajuda nas análises laboratoriais, pela amizade, atenção e consideração.

Às colegas e companheiras Thiara, Milena, Michele, Lívia e Gilmara, pelo carinho e pela hospitalidade.

Aos amigos Fred e Mônica, que me acolheram com tanto carinho.

Aos Professores Aureliano e Robério, meus coorientadores, pela dedicação e orientação.

Ao Professor Jair Marques (*in memoriam*), pelos conselhos e pela consideração.

Ao meu orientador, Professor Gleidson, pelos ensinamentos, pela orientação e pelo comprometimento.

Ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), *Campus* de Salinas, instituição em que trabalho, que me deu oportunidade de exercer minha profissão de Zootecnista e de me qualificar para que pudesse crescer profissionalmente.

Aos colegas técnicos administrativos, professores e alunos do IFNMG – *Campus* de Salinas que não mediram esforços em me apoiar e ajudar na condução dos trabalhos.

Muito obrigada!

BIOGRAFIA

SUSI CRISTINA DOS SANTOS GUIMARÃES MARTINS, filha de Anísio Guimarães Sarmento e Clara Aparecida dos Santos Guimarães, nasceu em Salinas, Minas Gerais, no dia 8 de agosto de 1973.

Em fevereiro de 2002, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, finalizando-o em agosto de 2006.

No fim de 2007, foi aprovada na seleção de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na UNIMONTES, iniciando-o em fevereiro de 2008 e finalizando-o no dia 3 de março de 2010, quando se submeteu à banca examinadora para defesa da dissertação intitulada "Avaliação de dietas com diferentes volumosos para vacas mestiças em lactação".

Em março de 2010, foi aprovada na seleção para o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB. Em junho de 2013, submeteu-se à banca examinadora para defesa da tese intitulada "Cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos em dietas para vacas mestiças em lactação".

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS..... x

RESUMO..... viii

ABSTRACT..... xv

I REFERENCIAL TEÓRICO..... 1

1.1 Introdução..... 1

1.2 Referências Bibliográficas..... 5

II - OBJETIVOS GERAIS..... 7

III - CAPÍTULO I - PARÂMETROS QUALITATIVOS DE SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADAS COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO..... 8

Resumo..... 8

Abstract..... 9

Introdução..... 10

Material e Métodos..... 11

Resultados e Discussão..... 15

Conclusões..... 22

Referências Bibliográficas..... 23

IV - CAPÍTULO II – CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS MESTIÇAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM URÉIA E ÓXIDO DE CÁLCIO..... 26

Resumo..... 26

Abstract..... 28

Introdução..... 29

Material e Métodos..... 30

Resultados e Discussão..... 35

Conclusões..... 42

Referências Bibliográficas..... 43

V - CAPÍTULO III - BALANÇO DE NITROGÊNIO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA EM VACAS MESTIÇAS LACTANTES ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO..... 46

Resumo..... 46

Abstract..... 48

Introdução..... 49

Material e Métodos..... 50

Resultados e Discussão..... 57

Conclusões..... 61

Referências Bibliográficas..... 62

VI - CAPÍTULO IV - COMPORTAMENTO INGESTIVO EM VACAS MESTIÇAS LACTANTES ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO..... 65

Resumo..... 65

Abstract..... 67

Introdução..... 68

Material e Métodos..... 69

Resultados e Discussão..... 73

Conclusões..... 78

Referências Bibliográficas..... 79

VII - CAPÍTULO V - PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE VACAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO..... 81

Resumo..... 81

Abstract..... 83

Introdução..... 84

Material e Métodos..... 85

Resultados e Discussão..... 94

Conclusões..... 101

Referências Bibliográficas..... 102

VIII - CAPÍTULO VI - ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE LEITE DE VACAS MESTIÇAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO..... 105

Resumo..... 105

Abstract..... 106

Introdução..... 107

Material e Métodos..... 108

Resultados e Discussão..... 114

Conclusões..... 118

Referências Bibliográficas..... 119

IX - CAPÍTULO VII - CORRELAÇÃO ENTRE CONSUMO E DIGESTIBILIDADE E O COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS LACTANTES ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO..... 121

Resumo..... 121

Abstract..... 123

Introdução..... 124

Material e Métodos..... 125

Resultados e Discussão..... 130

Conclusões..... 133

Referências Bibliográficas..... 134

X - CAPÍTULO VIII - CORRELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DE LEITE E O COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS MESTIÇAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO..... 136

Resumo..... 136

Abstract..... 138

Introdução..... 140

Material e Métodos..... 141

Resultados e Discussão..... 145

Conclusões..... 149

Referências Bibliográficas..... 150

XI - CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 152

LISTA DE TABELAS

III - CAPÍTULO I

Página

Tabela 1. Parâmetros fermentativos das silagens de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 16
Tabela 2. Composição química das silagens de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 17
Tabela 3. Fracionamento dos carboidratos totais em carboidratos solúveis (A+B[1]), carboidratos potencialmente solúveis (B[2]) e carboidratos insolúveis (C) das silagens de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 21

IV - CAPÍTULO II

Tabela 1. Proporção dos ingredientes do concentrado em porcentagem, proporção volumoso: concentrado e composição química dos ingredientes das dietas experimentais, em percentual na base da matéria seca..... 33
Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) dos ingredientes das dietas, com base na matéria seca..... 34
Tabela 3. Composição química das dietas, com base na matéria seca..... 34
Tabela 4. Consumos diários dos nutrientes das dietas fornecidas para vacas mestiças com silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 36
Tabela 5. Digestibilidade dos nutrientes e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas fornecidas para vacas mestiças contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 38
Tabela 6. Produção de leite, composição físico-química, teor de nitrogênio ureico e contagem de células somáticas do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 40

V - CAPÍTULO III

Tabela 1. Proporção dos ingredientes (volumoso e concentrado) das dietas (% MS)..... 51
Tabela 2. Composição nutricional nas dietas experimentais..... 54
Tabela 3. Balanço de nitrogênio, eficiência de utilização do nitrogênio, concentrações e excreções de nitrogênio no leite e urina de vacas mestiças alimentadas por dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 57

Tabela 4. Síntese de nitrogênio (N) e de proteína microbiana (PB) e eficiência microbiana, eficiência alimentar e conversão alimentar em vacas mestiças em lactação alimentadas com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar ureia e óxido de cálcio..... 59

VI - CAPÍTULO IV

Tabela 1. Composição química das silagens de cana-de-açúcar dos alimentos concentrados..... 70
Tabela2. Percentual dos ingredientes, proporção volumoso:concentrado e composição química das dietas..... 72
Tabela 3. Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 73
Tabela 4. Variáveis do comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 75
Tabela 5. Parâmetros do comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 76

VII - CAPÍTULO V

Tabela 1. Composição em ingredientes das dietas..... 87
Tabela 2. Composição química das dietas experimentais..... 88
Tabela 3. Perfil de ácidos graxos das silagens, concentrados e das dietas experimentais..... 90
Tabela 4. Ácidos Graxos, em percentagem de lipídios, no leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio 96
Tabela 5. Valores médios relativos aos somatórios de ácidos graxos, índices de qualidade nutricional do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas com silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio (CaO)..... 99

VIII - CAPÍTULO VI

Tabela 1. Proporção dos ingredientes das dietas, na base da matéria seca..... 110
Tabela 2. Composição química das dietas experimentais, na base da matéria seca..... 111
Tabela 3. Custo de produção (R$/t) de massa verde (MV) e matéria seca (MS) de silagens de cana-de-açúcar com aditivo (ureia e CaO) ou sem aditivo utilizadas em dietas de vacas mestiças em lactação..... 112
Tabela 4. Custo de produção dos concentrados utilizados nas dietas experimentais..... 113
Tabela 5. Custo de produção por kg de matéria seca das silagens de cana-de-açúcar, custo dos concentrados e da dieta total fornecida para vacas mestiças em lactação..... 114
Tabela 6. Parâmetros de desempenho de vacas mestiças lactantes alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com óxido de cálcio e ureia..... 116
Tabela 7. Custo operacional efetivo do leite produzido por vacas mestiças alimentadas com silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 116

Tabela 8. Custo do leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%), proporção do custo com alimentação em relação ao COE e renda líquida do leite produzido com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 117
Tabela 9. Custo total (LCG 4%), receita bruta e renda líquida por animal do leite produzido por vacas mestiças alimentadas com dietas com silagem de cana de açúcar com urei e óxido de cálcio..... 118

IX - CAPÍTULO VII

Tabela 1. Composição em ingredientes das dietas..... 126
Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais..... 128
Tabela 3. Correlações lineares entre o comportamento ingestivo e o consumo em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 130
Tabela 4. Correlações lineares entre o comportamento ingestivo e a digestibilidade dos nutrientes em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 132

X - CAPÍTULO VIII

Tabela 1. Composição em ingredientes das dietas..... 143
Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais..... 144
Tabela 3. Correlações lineares entre o comportamento ingestivo e a produção e composição do leite de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio..... 148

RESUMO

MARTINS, S.C.S.G. **Cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos em dietas para vacas mestiças em lactação.** Itapetinga-BA: UESB, **2013. 152p.** (Tese - Doutorado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes).*

Realizou-se nesta pesquisa um experimento com silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e óxido de cálcio na alimentação de vacas lactantes. Objetivou-se com este estudo avaliar o valor nutritivo das silagens, o consumo e a digestibilidade dos componentes nutricionais da dieta, o desempenho produtivo o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio e a síntese de proteína microbiana nos animais, as características físico-químicas e o perfil de ácidos graxos do leite, a viabilidade econômica das dietas e a correlação do comportamento ingestivo com as variáveis de consumo, digestibilidade, produção e composição do leite avaliadas. O experimento foi conduzido no setor de bovinocultura do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus* Salinas. A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade SP 79-1011 com produção, no terceiro corte, de 140 t/ha/ano. Foram avaliados quatro tipos de silagem de cana-de-açúcar — sem aditivo (controle); com 1,0% de ureia; com 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio (CaO); e com 1% de CaO, com base na matéria natural — produzidas em minissilos de PVC, cada um com nove repetições. Determinaram-se a composição química, as características fermentativas e as perdas de matéria seca (MS) na fermentação das silagens de cana-de-açúcar, totalizando 16 tratamentos. A silagem com 1% de CaO apresentou maior recuperação de matéria seca em relação às demais silagens. A composição química foi melhor nas silagens com CaO. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi maior na silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO e o fracionamento de carboidratos foi melhor para a silagem com 1% de CaO. Portanto, o uso de óxido de cálcio na ensilagem melhorou a qualidade final da silagem. As dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com CaO proporcionaram maior consumo pelos animais. A digestibilidade da matéria seca e a produção e composição físico-química do

---

* Orientador: Gleidson Giordano Pinto de Carvalho. D.Sc.,UFBA e Coorientadores: D.Sc. Aureliano José Vieira Pires e D.Sc. Robério Rodrigues Silva, UESB.

leite não foram influenciadas pelos aditivos químicos utilizados nas silagens. A dieta com silagem contendo 1% de ureia proporcionou maior excreção de N ureico no leite. O balanço de nitrogênio foi positivo, no entanto as eficiências de utilização do nitrogênio e de síntese microbiana foram baixas em todos os animais. A dieta com silagem com 1% de ureia proporcionou maiores perdas de nitrogênio pelo leite, o que indica perda de proteína. Na avaliação dos parâmetros do comportamento ingestivo,as vacas que ingeriram a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia apresentaram os menores consumos de matéria seca e FDN, além de maior tempo para consumo e maior tempo em ócio, o que confirma que essa dieta foi inferior às demais. No estudo do perfil de ácidos graxos do leite, os melhores índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) foram obtidos para a dieta com 1% de ureia e as maiores proporções de AGPI, ômega 3 e ácido linoleico conjugado (CLA), para a dieta com 1% de CaO. A atividade da enzima Δ^9-dessaturase na glândula mamária foi maior para o ácido miristoleico (C14:1n-9c) e para o ácido palmitoleico (C16:1n-9c) na dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. O leite das vacas alimentadas com a dieta com silagem com 1% de CaO apresentou o melhor perfil de ácidos graxos poli-insaturados essenciais, além do CLA. No estudo da viabilidade econômica, a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia apresentou maior renda líquida por quilo de leite produzido, no entanto, essa dieta proporcionou baixo consumo e maior perda de peso, que podem afetar a produção de leite em períodos maiores de suplementação. O tempo de alimentação (TA) correlacionou-se positivamente com o consumo de matéria seca e da maioriados componentes nutricionais. As correlações entre o tempo de mastigação total (TMT) e o consumo foram altas e negativas. As correlações entre a digestibilidade dos componentes nutricionais e o comportamento ingestivo foram baixas. Avaliou-se também a correlação entre a produção e composição do leite e o comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo CaO e ureia. Apesar de as correlações terem sido baixas, pode-se inferir que existe relação entre o comportamento e a produção e composição do leite, exceto com o nitrogênio ureico do leite.

Palavras-chave: consumo, parâmetros, qualitativos, *Saccharum officinarum L.,* silagem

ABSTRACT

MARTINS, S.C.S.G. **Sugar cane ensiled with different additives in diets for lactating crossbred cows.** Itapetinga-BA: UESB, **2013. 152p.** (Doctoral thesis in Animal Science. Concentration area in Ruminants Production).*

This study aimed to evaluate the nutritive value of sugar cane silage, intake and digestibility of dietary components, productive performance, feeding behavior, physical and chemical characteristics of milk , nitrogen balance , microbial protein synthesis , the fatty acid profile, the economic viability and the correlation of the feeding behavior with the variables of intake, digestibility, production and milk composition from diets containing sugar cane silage with urea and calcium oxide in feeding of lactating cows. The experiment was carried out at sector of cattle of the Federal Institute of the North of Minas Gerais - Campus Salinas. The used sugar cane was the variety SP 79-1011 with a production, in the third cut, of 140 tons / ha / year. We evaluated four types of silage sugar cane - no additive (control), with 1.0% urea, 0.5% urea + 0.5% calcium oxide (CaO), and with 1 % CaO, based on the natural material - minissilos produced in PVC, each with nine replicates.The chemical composition, fermentation characteristics and losses of dry matter (DM) in the fermentation of sugar cane silage produced in mini silos of PVC were determinate according to before-mentioned treatments, with nine replicates per treatment. Silage with 1% CaO showed the highest dry matter recovery. The silages with CaO presented the greatest chemical-bromatological composition. The total digestible nutrients (TDN) content was higher in silage with 0.5 % urea + 0.5 % CaO, and fractionation of carbohydrate was best for silage with 1% CaO. Therefore, the CaO improved silage quality. The intake, digestibility, production and milk composition of lactating crossbred cows were evaluated. The diets containing sugar cane with CaO provided the highest intake. The dry matter digestibility, milk production and physical-chemical composition of milk were not influenced by the chemical additives used in the silage. The silage diet containing 1 % urea provided the largest urea N excretion into milk. The nitrogen balance and microbial protein synthesis in cows fed diets containing

---

* Adviser: Gleidson Giordano Pinto de Carvalho. D.Sc.,UFBA e Co-advisers: D.Sc. Aureliano José Vieira Pires and D.Sc. Robério Rodrigues Silva, UESB.

sugar cane with urea and calcium oxide were evaluated. Nitrogen balance was positive, however, it was observed low efficiency of utilization of nitrogen and microbial protein synthesis in all of the diets. The silage diet with 1 % urea provided larger loss of nitrogen through the milk, indicating protein loss. The feeding behavior of lactating cows fed diets containing sugar cane urea and CaO was evaluated. The evaluated parameters of ingestive behavior showed that diets containing sugar cane silage with 1 % urea was inferior for lactating cows because showed lesser consumption of dry matter and NDF, longer for consumption and longer in idleness. The fatty acid profile of milk produced by crossbred cows fed sugar cane silage with urea and CaO was analyzed. The diet with 1 % urea showed the best indices of atherogenicity (IA) and thrombogenicity (IT), whereas the diet with 1 % CaO presented the highest proportions of PUFA, omega 3 and conjugate linoleic acid (CLA). The activity of the enzyme Δ^{9-} desaturase in the mammary gland was higher for myristoleic acid (C14 : 1n -9c) and palmitoleic acid (C16 : 1n -9c) in the diet with sugar cane silage with 1 % urea. Milk produced from the diet of sugar cane silage with 1% CaO showed better essential polyunsaturated fatty acid profile, besides CLA. The economic viability of the milk produced by crossbred cows fed diets containing sugar cane silage with urea and CaO was evaluated. A diet containing sugar cane silage with 1% urea showed higher net income per kilogram of milk produced; however, that diet provided low consumption and greater weight loss and may affect milk production in longer periods of supplementation. Correlation was performed between intake and digestibility of nutritional components and feeding behavior of lactating cows fed diets containing CaO and urea. The feeding time (FT) positively correlated with the consumption of the dry matter and most of the nutritional components. The correlations between total chewing time (TCT) and consumption were high and negative. The correlations between the digestibility of nutritional components and feeding behavior were low. We also evaluated the correlation between production and milk composition and feeding behavior of lactating cows fed diets containing CaO and urea. Although correlations have presented low values, it can be inferred that there is a relationship between behavior and production and milk composition, except with urea nitrogen of the milk.

Keyword: intake, parameters, qualitative, *Saccharum officinarum L.*, silage

I REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar contém as principais características necessárias para o processo de produção de silagem: teor de matéria seca em torno de 25 a 30%; teor de carboidratos solúveis superior a 10% da matéria natural; e baixo poder tampão, que permite a queda do pH para valores próximos a 3,5. O alto teor de sacarose, no entanto, que promove rápida proliferação de leveduras e produção de etanol e gás carbônico, é um inconveniente (Valvasori et al., 1995).

Segundo McDonald et al. (1991), a reação bioquímica da síntese de etanol pelas leveduras pode ser descrita da seguinte forma: Glicose + 2 ADP + 2 Pi → 2 etanol + 2 CO2 + 2 ATP + 2 H2O. Assim, a rota metabólica predominante das leveduras é a piruvato descarboxilase acetaldeído e a redução do acetaldeído a etanol (Rooke & Hatfield, 2003). De acordo com Mcdonald et al. (1991), essa rota fermentativa ocasiona perdas de 48,9% de matéria seca e de 0,2% de energia. Segundo esses autores, a pequena perda energética resulta da contabilização do etanol produzido que seria fonte de energia, no entanto, nem todo o etanol produzido estará presente na silagem no momento da alimentação dos animais.

A constatação de fermentações indesejáveis em silagens de cana-de-açúcar, ocasionando perdas excessivas e podendo prejudicar o desempenho animal, tem despertado grande interesse da comunidade científica em solucionar esses problemas por meio do uso de aditivos durante o processo de ensilagem. Alguns desses aditivos são capazes de alterar a rota fermentativa nessas silagens e de reduzir as perdas no valor nutritivo desses volumosos, por meio da inibição da população de leveduras produtoras de etanol.

De fato, pesquisas sobre o processo de conservação da cana-de-açúcar comprovam a ocorrência de fermentação alcoólica, e alguns autores sugerem a utilização de aditivos para minimização dessas perdas e da redução do valor nutritivo dessas silagens. Diversos aditivos são utilizados na ensilagem da cana-de-açúcar e são classificados como aditivos químicos, bacterianos e enzimáticos (Bernardes & Amaral, 2007).

Os aditivos químicos são classificados em subgrupos de acordo com sua forma de atuação, entre eles, os agentes alcalinizantes, os aditivos nutrientes e os aditivos conservantes. Durante o processo de ensilagem, a finalidade desses aditivos é interferir na dinâmica fermentativa, alterando o pH e a pressão osmótica da massa de forragem e, por conseguinte, inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis durante a fermentação do volumoso (Santos, 2007).

Dentro do grupo dos aditivos químicos alcalinizantes, são encontrados os hidróxidos, óxidos básicos e carbonatos. Os mais frequentemente usados na conservação da cana-de-açúcar são os hidróxidos de sódio (NaOH), amônio (NH_4OH) e cálcio, o carbonato de cálcio ($CaCO_3$), o óxido de cálcio (CaO) e a ureia, que, além de ser alcalinizante, também é fonte de nitrogênio não-proteico.

Cavali et al. (2006) testaram silagens de cana-de-açúcar confeccionadas com diferentes níveis de cal e concluíram que a adição de 1,5% de cal à cana-de-açúcar resulta em maior recuperação da MS ensilada, melhor digestibilidade *in vitro* da MS e menor quantidade de leveduras, o que indica boa fermentação. Balieiro Neto et al.. (2005) e Cavali et al. (2006) verificaram diminuição na produção de gases nas silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem. Segundo Balieiro Neto et al. (2007), a adição de óxido de cálcio nas silagens promoveu a solubilização parcial da hemicelulose e que, no nível de 2%, esse aditivo promoveu aumento da digestibilidade verdadeira *in vitro*, redução dos constituintes da parede celular e manutenção da FDN e hemicelulose após a abertura dos silos. Cavali et al. (2006), avaliando diferentes doses de cal virgem em silagens de cana-de-açúcar, observaram, 40 dias após a ensilagem, menores concentrações de FDN, FDA e hemicelulose e maiores coeficientes de digestibilidade nas silagens tratadas. Os autores observaram ainda recuperações de matéria seca e de carboidratos não-fibrosos de aproximadamente 88% e 86%, respectivamente, para as silagens tratadas com 2% de cal virgem.

Em pesquisa para avaliação de aditivos químicos durante o processo de ensilagem da cana-de-açúcar, Santos et al. (2008) verificaram que a adição de cal virgem e calcário calcítico resultou em maiores valores de pH, porém com maiores concentrações de ácido lático, na silagem. Segundo os autores, o efeito de tamponamento dos aditivos intensifica a conversão dos carboidratos solúveis em ácido lático. Além disso, as silagens tratadas com os agentes alcalinizantes apresentaram menores concentrações de etanol, maiores recuperações de carboidratos solúveis e

menores perdas de gases e de matéria seca, o que sugere efeito inibidor dos aditivos ao crescimento de leveduras.

Amaral et al. (2009) obtiveram resultados parecidos quando avaliaram os efeitos de aditivos químicos na ensilagem sobre a dinâmica fermentativa e a composição química de silagens de cana-de-açúcar. Na pesquisa, os autores ensilaram a cana-de-açúcar sem aditivo ou com 1% (na matéria natural) de cal virgem ou calcário e analisaram a dinâmica fermentativa com base nas perdas gasosas, nos ácidos orgânicos, na produção de etanol e na composição química das silagens. Segundo os autores, as menores perdas gasosas foram observadas nas silagens com cal virgem ou calcário, que apresentaram maiores teores de cinzas, carboidratos solúveis residuais e ácidos acético e butírico, além de reduzida fermentação alcoólica e menor concentração de componentes fibrosos.

Lopes & Evangelista (2010) avaliaram o uso de 1,5% de ureia e 1,5% de amireia e misturas com farelo (0,5% de ureia + 4% de fubá de milho; e 0,5% de ureia + 4% de farelo de mandioca) como aditivos na silagem de cana-de-açúcar e obtiveram melhores resultados com a mistura de 0,5% de ureia + 4% de fubá de milho na fermentação e qualidade nutritiva da silagem de cana-de-açúcar.

Ribeiro et al. (2010) utilizaram níveis maiores de ureia (4%) e de hidróxido de sódio (4%) ou a mistura (2% de ureia + 2% de hidróxido de sódio, com base na matéria natural) na ensilagem de duas variedades de cana-de-açúcar (CB 45-3 e RB 72-454). Esses autores encontraram melhores resultados, com redução de perdas de MS, manutenção do grau-brix e redução dos constituintes da parede celular e, contudo melhoria da qualidade da silagem, quando utilizaram o hidróxido de sódio, independentemente da utilização da ureia.

Estudos para a avaliação do desempenho de vacas de leite comprovam que a silagem de cana-de-açúcar promove redução da produção de leite e do consumo de matéria seca em relação a outros volumosos (Pedroso et al., 2010; Vavalsori et al., 1998). Queiroz et al. (2008), no entanto, não encontraram diferenças na produção de leite quando alimentaram vacas de alta produção com silagem de cana-de-açúcar ou com silagem de milho, mas observaram maior consumo de MS quando forneceram silagem de cana-de-açúcar.

Desse modo, necessita-se de mais estudos para averiguar a eficiência dos aditivos químicos na melhoria da fermentação e da qualidade nutritiva da silagem de

cana-de-açúcar e outras características que também proporcionem maior consumo e desempenho produtivo em vacas lactantes.

1.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413 – 1421, 2009.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R. et al. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar cv. IAC86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005a. (CD-ROM).

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
BERNARDES, T.F. e AMARAL, R.C. Utilização de aditivos químicos na ensilagem da cana-de-açúcar. Disponível em: WWW.beefpoint.com.br. Acesso em: 27/08/2011.

CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; SOUSA, L.O. et al. Silagem de cana-deaçúcar tratada com óxido de cálcio: composição bromatológica e perdas. In: REUNIÃO ANULA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD-ROM).

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagem de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.5, p.984-991, 2010. Luiz de Queiroz, 2005. p.193-218.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; RODRIGUES, A.A.; SANTOS, A.P.; MOURÃO, G.B.; BARIORI JÚNIOR, W. Performance of dairy cows fed rations produced wuith sugarcane silages treated with additives or fresh sugarcane. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1889-1893, 2010.

QUEIROZ, O.C.M.; NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. et al. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.358-365, 2008.

RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P; SANTOS, A.S.; FERREIRA, A.R.; BONOMO, P.; SILVA, F.F. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana de açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1911-1918, 2010.

ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p.251-304.

SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da canade-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. et al. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação no valor nutritivo e nas perdas de silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008.

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; ARCARO, J.R.P. Avaliação da cana-deaçúcar em substituição a silagem de milho para vacas leiteiras. **Arq. Bras. Méd. Vet. e Zootec**, v.32, n.4, p.224-228, 1995.

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; PIRES, F.L.; ARCARO, J.R.P; ARCARO JÚNIOR, I. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. **Brazilian Journal Veterinaria Animale Science**. São Paulo, v.35, n.3, p.139-142, 1998.

II - OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o valor nutritivo e parâmetros fermentativos de silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio.

Além dos parâmetros de qualidade avaliados nas silagens, objetivou-se estudar o consumo, a digestibilidade, a produção e composição do leite, o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio e a síntese de proteína microbiana, o perfil de ácidos graxos do leite de vacas mestiças lactantes alimentadas com essas silagens, e a viabilidade econômica e correlação do comportamento ingestivo com o consumo, a digestibilidade, a produção e composição do leite produzido neste sistema de alimentação.

III - CAPÍTULO I

PARÂMETROS QUALITATIVOS DE SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADAS COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO

Resumo: Objetivou-se avaliar os parâmetros fermentativos, a composição química e o fracionamento de carboidratos das silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio (CaO). O experimento foi conduzido no setor de bovinocultura do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus* Salinas, utilizando-se a cana-de-açúcar variedade SP 79-1011 na ensilagem. Na ensilagem, os tratamentos aplicados à cana foram 1% de ureia; 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; e 1% de CaO, em comparação a uma silagem controle, sem aditivo. Os aditivos químicos (ureia e CaO) foram adicionados no momento da ensilagem, em quantidade calculada com base na matéria natural. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, composto de quatro tratamentos (silagens) e nove repetições. O material foi acondicionado em minissilos de PVC, os quais foram vedados, pesados e armazenados em área coberta, em temperatura ambiente, durante cinco meses. Ao fim do período de armazenamento, foi feita uma nova pesagem e coletadas amostras, para quantificação das perdas decorrentes da fermentação, da recuperação de matéria seca, do pH e do nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$) das silagens. Parte das amostras, destinada à pré-secagem, foi acondicionada em sacos de papel e levada à estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. Depois de secas, as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey, em partículas de 1 mm, para avaliação da composição química e do fracionamento de carboidratos. A silagem com 1% de CaO apresentou maior recuperação de matéria seca, além de melhor composição química. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi maior na silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO e o fracionamento de carboidratos foi melhor para as silagens com 1% de CaO, que apresentou maior teor de carboidratos solúveis e potencialmente solúveis. A adição de 1% de CaO durante a ensilagem reduz as perdas fermentativas e melhora o valor nutritivo de silagens da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: aditivos químicos, ensilagem, recuperação de matéria seca, valor nutritivo

III - CHAPTER I

QUALITATIVE PARAMETERS OF THE SILAGES SUGAR CANE UREA AND TREATED WITH CALCIUM OXIDE

Abstract: This study aimed to evaluate losses and fermentative parameters, the chemical composition and fractionation of carbohydrates from sugar cane silages with urea and calcium oxide (CaO). The experiment was carried out at cattle sector of the Federal Institute of the North of Minas Gerais - *Campus* Salinas, using the cane sugar variety SP 79-1011 silage. Silage, the treatments were applied to sugarcane 1% urea, 0.5% urea + 0.5% CaO, and 1% CaO, compared to a control silage without additive. Chemical additives (urea and CaO) were added in sugar cane at ensiling, based on natural matter. We used a completely randomized design with four treatments and nine replications. The material was packaged in mini silos of PVC, which were sealed, weighed and was stored in a covered area, in ambient temperature for five months. At that time, there was a reweighing to quantify losses arising from fermentation, being sampled for assessments of losses by gases, dry matter recovery, pH and ammonia nitrogen (NH3-N) of the silages. Part of the samples was pre-dried, being packed in paper bags and taken to oven with forced ventilation of air at 55 °C for 72 hours, proceeding then to its grinding in mill type Willey, particles 1 mm, to evaluate the chemical composition and fractionation of carbohydrates. Silage with 1% CaO showed the highest dry matter recovery. The silages with CaO provided the greatest chemical composition. The total digestible nutrients (TDN) content was higher in silage with 0.5% urea + 0.5% CaO, whereas the fractionation of carbohydrate was best for silage with 1% CaO due to its higher content of soluble carbohydrates and potentially soluble one. Therefore, it is recommended to add 1% CaO for reducing fermentation losses and improving nutritive value of sugar cane silage.

Keywords: chemical additives, ensilage, dry matter recovery, nutritive value

1 INTRODUÇÃO

O uso da cana-de-açúcar fresca, cortada diariamente, na alimentação de vacas leiteiras, é tradicional e de amplo conhecimento entre pecuaristas brasileiros. Entretanto, esse manejo demanda mão-de-obra diária para cortes, despalha, transporte e processamento, gerando limitações operacionais, no caso de grandes rebanhos, e onerando o custo de produção do leite.

Na última década, a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores, em função dos benefícios em logística e operacionalidade que essa técnica apresenta. Segundo Amaral et al. (2009), existem muitas vantagens da ensilagem da cana-de-açúcar, entre elas, a concentração da mão-de-obra em apenas um período, permitindo colher toda a forragem de uma só vez e liberara área antes do início das chuvas para o crescimento mais uniforme da planta. Além disso, de acordo com Lopes & Evangelista (2010), há; melhor aproveitamento da cana-de-açúcar na sua fase de melhor valor nutritivo; eliminação das sobras da cana que ficariam no campo pela falta de corte, perdendo qualidade e sujeitas ao acamamento; possibilidade de aplicação de tratos culturais, como capina, adubações e controle com herbicidas e, ainda, em caso de incêndio acidental, colheita e ensilagem de toda a cana, evitando-se as perdas no campo.

Dessa forma, a ensilagem de cana-de-açúcar tem sido apontada como alternativa para facilitar o manejo dos canaviais, uma vez que possibilita concentrar as atividades de tratos culturais, permitindo aumento na longevidade do talhão, por favorecer a rebrota mais uniforme e melhorar a eficiência no controle de plantas daninhas (Balieiro Neto et al. 2007). A cana-de-açúcar na forma *in natura* tem grande percentual de açúcar solúvel e, de acordo Valadares Filho et al. (2006), a composição média de carboidratos não-fibrosos é de aproximadamente 37%, na matéria seca. Entretanto, segundo Pedroso et al. (2007), a maior limitação na ensilagem é a elevada produção do etanol, que resulta em forragem de baixa qualidade. Fermentações indesejáveis em silagens de cana-de-açúcar, como a fermentação alcoólica, ocasionam perdas significativas de nutrientes, podendo afetar o desempenho animal.

Estudos com a finalidade de se reduzirem a fermentação alcoólica e as perdas durante o processo fermentativo em silagens de cana-de-açúcar, como o uso de aditivos químicos na ensilagem, poderão contribuir para a obtenção de um volumoso de melhor qualidade, com maior potencial nutritivo para a nutrição de ruminantes.

Entre os aditivos químicos, os alcalinizantes tem se destacado no processo de conservação de silagens de cana-de-açúcar. Segundo Santos et al. (2008), essa classe de aditivos atua na dinâmica fermentativa, alterando o pH e a pressão osmótica da massa de forragem e, por conseguinte, inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis durante a fermentação do material ensilado. Além disso, os aditivos químicos podem melhorar a qualidade da fibra da cana-de-açúcar, por meio da solubilização de componentes fibrosos, uma importante ação, haja vista a baixa digestibilidade dos componentes fibrosos da cana-de-açúcar.

Neste trabalho, definiu-se como objetivo avaliar as perdas de matéria seca, as perdas por gases, as características de fermentação, a composição química e o fracionamento dos carboidratos de silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - *Campus* de Salinas, localizado na Fazenda Varginha, km 02 Rodovia Salinas/Taiobeiras. O município de Salinas está situado na região norte do estado de Minas Gerais, a 16°09'12" S de latitude, 42°18'29" W de longitude e de 475 m de altitude. O local apresenta temperatura média anual de 22,4 ºC e precipitação pluviométrica anual média de 700 mm.

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) utilizada foi a variedade SP 79-1011, com produção média de 140 t/ha/ano, de matéria natural, no terceiro corte. A cana-de-açúcar foi cortada manualmente e desintegrada com a palha, em ensiladeira estacionária. Os minissilos experimentais foram confeccionados em tubos de PVC com 40 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro, providos de tampas, permitindo vedação adequada. Nas tampas foi realizado um pequeno orifício, onde foi adaptada uma mangueira de borracha com um corte longitudinal, formando uma válvula tipo *Bunsen*, para permitir o escape dos gases resultantes da fermentação.

Foram coletadas três amostras de cada tratamento, para determinação de aspectos físicos e da composição química da cana-de-açúcar *in natura* e das silagens após a abertura dos minissilos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com nove minissilos para cada tipo de silagem: silagem de cana-de-açúcar

sem aditivo, silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia, silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; e silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

O aditivo químico foi adicionado manualmente à cana-de-açúcar, após a trituração. Posteriormente, o material foi acondicionado em camadas no interior dos minissilos e compactado com o auxílio de um soquete até atingir densidades próximas a 700 kg/m^3.

No fundo de cada minissilo foram colocados 150 g de areia seca, separada da silagem por uma tela plástica, para coleta de efluentes. Os silos foram pesados antes da ensilagem (silo + tampa + areia seca + tela) e depois de cheios e tampados, para quantificação das perdas por gases e da recuperação da matéria seca (MS), com base nas diferenças gravimétricas. A cada uma das ensilagens, os minissilos foram tampados – e as tampas, vedadas com fita adesiva – e mantidos em local coberto, em temperatura ambiente, até a abertura.

Decorridos cinco meses de estocagem, procedeu-se à abertura dos minissilos. Na abertura, foram retiradas as fitas adesivas de vedação e os minissilos fechados foram novamente pesados cheios. Depois de retirada a silagem, a tara foi novamente mensurada, para determinação das perdas durante a fermentação.

Após a pesagem dos minissilos, a silagem foi removida e homogeneizada. Uma parte foi pré-seca em estufa a 55 °C e a outra utilizada para medir os valores de pH, de acordo com o nitrogênio amoniacal (N-NH_3), por meio da destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio, empregando-se solução receptora de ácido bórico e titulação com ácido clorídrico a 0,1 N, conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

As amostras de silagem destinadas à pré-secagem foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa de ventilação forçada, a 55 °C por 72 horas, e em seguida foram processadas em moinho tipo Willey, em partículas de 1 mm. Nas amostras de 1 mm, foram realizadas determinações de matéria seca (MS) definitiva, matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), lignina (LIG), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), de acordo com metodologias descritas

por Silva & Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 – (\% PB + \% EE + \% MM)$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003):

$$CNFcp = 100 – [(\%PB - \%PBU + \% U) + FDNcp + \%EE + \%MM],$$

em que: CNF = teor de carboidratos não-fibrosos; PB = teor de proteína bruta; PBU = teor de proteína bruta oriunda da ureia; e U = teor de ureia, FDNcp = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; EE = teor de extrato etéreo; MM = teor de matéria mineral. Todos os termos foram expressos em % da MS.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) dos alimentos foi calculado de acordo com a equação:

$$NDT = CNFad\% + EEad\% + PBad\% + FDNd_{VL}\%,$$

em que: o teor de CNF aparentemente digestível foi estimado pela equação (Detmann et al., 2006a):

$$CNFad\% = 0{,}9507CNFcp\% – 5{,}72 \text{ para vacas em lactação.}$$

O teor de EE aparentemente digestível (EEad%) foi estimado pela equação (Detmann et al., 2006b):

$$EEad\% = 0{,}8596EE\% – 0{,}21, \text{ para vacas em lactação.}$$

O teor de PB aparentemente digestível (PBad%) foi estimado pela equação (Detmann et al., 2006c):

$$PBad\% = 0{,}7845PB\% – 0{,}97, \text{ para vacas em lactação.}$$

O conteúdo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína efetivamente digestível para vaca em lactação foi estimada segundo Detmann et al. (2007), como:

$$FDNd_{VL}\% = 0{,}67 \times \{(FDNcp - L) \times [1 - (L/FDNcp)^{0{,}85}]\}$$

O fracionamento dos carboidratos totais foi realizado conforme descrito por Azevedo et al. (2003), em frações A+B[1], correspondente aos CNF, carboidratos solúveis em detergente neutro; B[2] = CT – (CNF + FDNi), carboidratos fibrosos disponíveis ou potencialmente solúveis; e C = FDNi, fibra indisponível ou fração insolúvel.

Para avaliação da fração da FDNi (fibra insolúvel em detergente neutro), amostras compostas pré-secas de cada silagem foram moídas em peneira de 2 mm e acondicionadas individualmente em sacos de TNT, seguindo a relação de 20 mg de MS/cm^2 de superfície. Posteriormente, os sacos foram incubados por 240 horas (Casali et al., 2008) no rúmen de dois novilhos 1/2 Holandês × Gir fistulados, com peso corporal médio de 450 kg, mantidos em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. Cada animal representou uma repetição. Após o período de incubação, os sacos foram retirados do rúmen, lavados com água corrente até o total clareamento da água e submetidos à extração com detergente neutro (Mertens, 2002), em autoclave (100 °C/1 hora). O resíduo obtido foi considerado FDNi (Detmann et al. 2001; Detmann et al., 2007).

As perdas por gases foram quantificadas nas silagens após a abertura dos minissilos, aplicando-se a equação proposta por Mari (2003):

$$PG = \{PSf - PSa / MFf \times MSf\} \times 100,$$

em que: PG é a perda de gases durante o armazenamento (% da matéria seca inicial); PSf, o peso do silo na ensilagem; PSa, peso do silo na abertura; MFf, massa de forragem na ensilagem; e MSf, o teor de matéria seca da forragem na ensilagem.

O índice de recuperação de matéria seca na silagem após a abertura dos minissilos foi determinado pelo método proposto por Jobim et al. (2007), segundo a equação:

$$RMS = \{MFab \times MSab / MFfe \times MSfe\} \times 100$$

em que, RMS é o índice de recuperação de matéria seca; MFab, massa de forragem na abertura; MSab, teor de matéria seca na abertura; MFfe, massa de forragem no fechamento e MSfe, teor de matéria seca da forragem no fechamento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG e, para efeito de comparação entre as médias, quando significativas, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de nitrogênio amoniacal N-NH_3 foram maiores ($P<0,05$) nas silagens com ureia e menores nas silagens com óxido de cálcio e sem aditivo (Tabela 1), no entanto, estão dentro dos níveis considerados normais, pois níveis máximos de 11 e 12% do nitrogênio total são sugeridos para silagens de bom padrão fermentativo (Lopes & Evangelista, 2010). O nitrogênio amoniacal está associado à qualidade fermentativa da silagem, pois é proveniente da degradação da fração proteica pelos clostrídeos (Mc Donald et al., 1991).

Os aditivos influenciaram o pH, no entanto, os valores de pH mostraram-se adequados para conservação (Mc Donald et al., 1991) do material ensilado. A silagem sem aditivo foi a que apresentou o menor pH, o que era previsível, uma vez que a silagem de cana-de-açúcar apresenta baixo poder tampão e rápida queda do pH.

O maior valor de pH foi observado na silagem com 1% de CaO. A adição de aditivos químicos alcalinizantes, como o óxido de cálcio, interferem na dinâmica fermentativa alterando o pH e a pressão osmótica da massa da forragem e, por conseguinte, inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, principalmente as leveduras epífitas, durante a fermentação da silagem de cana-de-açúcar (Amaral et al., 2009). Esses microrganismos são tolerantes a níveis de pH baixos, o que justifica os elevados teores de álcool encontrados nessas silagens (Santos et al., 2008). A silagem com 1% de ureia apresentou maior pH em relação àquela sem aditivo em menor em relação às silagens com CaO.

A redução de matéria seca está relacionada à diminuição de conteúdo celular, principalmente de carboidratos solúveis, durante o processo fermentativo (Woolford, 1984). McDonald et al. (1991) relatam que outras vias comuns de perdas de matéria seca são a produção de efluentes e a perda por água resultante de reações metabólicas. Conforme esses autores, a produção de etanol pelas leveduras é acompanhada pela perda acentuada de matéria seca dos substratos na forma de CO_2 e H_2O.

Tabela 1. Parâmetros fermentativos das silagens de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio

Silagens	$N\text{-}NH_3$ (%N total)	pH	Perdas gasosas (%MS)	Recupera -ção da MS (%)
Sem aditivo	3,88 d	3,52 d	11,11 a	77,26 c
1% UR	9,46 a	3,74 c	10,25 a	69,78 d
0,5% UR + 0,5% CaO	6,56 b	3,81 b	5,49 b	77,97 b
1% CaO	4,95c	4,09 a	5,83 b	78,74 a
CV (%)	10,97	1,21	9,19	0,30

Médias com letras iguais na coluna não diferem pelo teste Tukey, a 5% de significância. % MS = porcentagem de matéria seca. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia, 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Lopes & Evangelista (2010) avaliaram as características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de 1,5% de ureia e observaram elevados níveis de $N\text{-}NH_3$ (36,68%) e pH (6,48). De acordo com os autores, a maior quantidade de nitrogênio amoniacal na silagem com 1,5% de ureia explica o pH no momento da abertura do silo. É importante salientar que a amônia originada da ação da urease sobre a ureia funciona como inibidor do crescimento de leveduras, o que pode refletir em menores perdas de nutrientes. Neste estudo, no entanto, a amônia produzida parece não ter inibido as leveduras na silagem com 1% de ureia, pois essa foi a silagem que apresentou menor recuperação da matéria seca. Além disso, a perda gasosa foi igual à da silagem sem aditivo ($P>0,05$) e maior que a das silagens com 1% de CaO e 0,5% de ureia + 0,5% de CaO. Em relação aos parâmetros fermentativos, a silagem com 1% de ureia foi inferior às demais silagens, haja vista seu maior nível de $N\text{-}NH_3$, suas maiores perdas gasosas, sua maior perda total de matéria seca (MS) e menor recuperação da MS (Tabela 1).

Os maiores valores de matéria seca (MS) foram observados nas silagens com 1% de CaO (24,99%) e 0,5% de ureia + 0,5% de CaO (25,66%) e o menor valor ($P<0,05$), para a silagem com 1% de ureia (20,96%). Esses resultados corroboram relatos de Amaral et al. (2009), que utilizaram o óxido de cálcio (1%) e calcário (1%) na silagem de cana-de-açúcar e encontraram maiores valores de MS em relação à silagem sem aditivo. Valor superior ao encontrado neste estudo foi reportado por Lopes & Evangelista (2010), que encontraram 24,91% de MS quando utilizaram 1,5% de ureia na ensilagem de cana-de-açúcar. No entanto, estes resultados podem ter sido influenciados pela composição de matéria seca da cana-de-açúcar antes da ensilagem.

Neste estudo, as amostras de cana-de-açúcar *in natura* das silagens sem aditivo, com 1% de ureia, com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO e com 1% de CaO apresentaram, respectivamente, teores de matéria seca de 28,3; 28,1; 31,33 e 30,05% antes da ensilagem. Mesmo que os valores de matéria seca antes da ensilagem tenham sido menores nas silagens sem aditivos ou com 1% de ureia, os valores apresentados na abertura foram inferiores àqueles obtidos com a adição de CaO, o que indica perda de nutrientes.

Tabela 2. Composição química das silagens de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio

	Silagens				
Item	**Sem aditivo**	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**CV (%)**
MS[1]	22,58 b	20,96 c	25,66 a	24,91 a	2,75
MO[1]	95,08 a	93,99 b	93,62 b	90,50 c	0,69
MM[1]	4,92 c	6,00 b	6,38 b	9,50 a	9,66
PB[1]	4,26 c	22,06 a	9,31 b	3,44 c	8,00
CNF[1]	22,96 b	17,53 c	36,30 a	34,03 a	10,85
FDNcp[1]	66,38 a	56,65 b	48,18 c	50,81 c	4,91
FDA[1]	42,75 b	51,38 a	43,74 b	45,10 b	6,23
EE[1]	1,47 b	1,61 ab	1,75 ab	2,22 a	31,66
HEM[1]	29,2 a	13,24 b	10,64 b	11,20 b	12,88
CEL[1]	36,64 b	43,19 a	37,09 b	38,41 b	5,59
LIG[1]	6,76 b	8,50 a	5,92 b	6,66 b	10,54
CT[1]	89,33 a	70,33 d	82,57 c	84,84 b	1,49
NDT[1]	54,31 b	54,84 b	60,51 a	54,93 b	2,73
NIDA[2] (%NT)	9,07 ab	1,53 c	6,41 b	9,70 a	33,87
NIDN[2] (%NT)	12,94 b	4,58 d	8,88 c	19,05 a	20,59
FDNi[1]	40,51 a	37,50 b	28,82 c	26,83 c	4,71

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância. [1]Porcentagem da matéria seca; [2]Porcentagem do nitrogênio total; Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido;EE = extrato etéreo; HEM = hemicelulose; CEL = celulose; LIG = lignina; CT = carboidratos totais; NDT = nutrientes digestíveis totais; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido, em %NT; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro, em %NT; e FDNi = fibra em detergente neutro indigestível.

O conteúdo de matéria orgânica (MO) foi menor ($P<0,05$) para a silagem com 1% de CaO e maior para a silagem sem aditivo, que elevou o teor de matéria mineral (MM) e reduziu o teor de MO. A silagem sem CaO teve menor percentual de matéria mineral, enquanto aquelas contendo ureia apresentaram valores intermediários de MM e consequentemente de MO.

O percentual de proteína bruta (PB) foi muito elevado (P<0,05) na silagem com 1% de ureia (22,06%) em relação à silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO (9,31%). Esse resultado pode ter sido proporcionado pela pequena quantidade de areia colocada no fundo dos minissilos, que contribuiu para maior concentração de efluente, e consequentemente de nitrogênio, no material ensilado. A silagem sem aditivo e aquela com 1% de CaO não diferiram entre si (P>0,05).

Lopes & Evangelista (2010) encontraram menor percentual de PB (12,33%) na silagem de cana-de-açúcar quando utilizaram 1,5% de ureia, que com 1% de ureia. Desse modo, o elevado valor de PB na silagem com 1% de ureia deste estudo difere dos valores encontrados na literatura, permitindo inferir que algum problema relacionado à amostragem dessa silagem pode ter contribuído para este resultado, como por exemplo, a má drenagem dos efluentes, que aumentou a concentração do nitrogênio.

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) não diferiram (P>0,05) entre as silagens com 1% de CaO (34,03%) e com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO (36,30%) e foram maiores (P<0,05) nas silagens com 1% de ureia (17,53%) e sem aditivo (22,96%). A silagem com 1% de ureia foi a que apresentou menor teor de CNF, valor que pode estar subestimado, devido ao alto percentual de proteína bruta. É possível também que a amônia produzida a partir da urease não tenha agido inibindo as leveduras, que, por sua vez, consumiram a sacarose, acarretanto perdas de nutrientes. Balieiro Neto et al. (2009) encontraram valor médio de 28,0% de CNF em silagens de cana-de-açúcar sem aditivo ou com 0,5% de CaO. Desta forma, a utilização de 1% de CaO ou a associação do CaO (0,5%) com a ureia (0,5%) neste estudo contribuiu favoravelmente para a qualidade nutritiva da silagem.

O conteúdo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) não diferiu (P>0,05) entre as silagens com CaO e foi menor (P<0,05) que nas silagens com 1% de ureia e sem aditivo, respectivamente. O CaO pode ter proporcionado a solubilização da hemicelulose, pois essas mesmas silagens apresentaram menores teores de hemicelulose (P<0,05) em relação àquela sem aditivo. Conforme relatos de McDonald et al. (1991), a elevação no teor de fibra em detergente neutro é relativa e ocorre devido à perda de conteúdo celular no período de fermentação. Silagens de cana-de-açúcar confeccionadas sem aditivos frequentemente resultam em materiais com elevados teores de fibra, devido à ausência de inibição de leveduras, que são as maiores responsáveis pela redução do conteúdo celular nessas silagens. É

interessante que as silagens apresentem baixos teores de fibra em detergente neutro, por sua correlação inversa com a ingestão de matéria seca (Van Soest, 1994).

Amaral et al. (2009) também observaram redução da FDN quando utilizaram 1% de CaO ou 1% de $CaCO_3$ (calcário) em relação a uma silagem de cana-de-açúcar sem aditivo. Balieiro Neto et al. (2009), utilizando 0,5% de CaO, observaram redução da FDN em relação a silagem de cana-de-açúcar sem aditivo. Os resultados encontrados neste estudo corroboram os relatos de Santos et al. (2009) em pesquisa com silagens de cana-de-açúcar sem aditivo ou com aditivo químico (CaO 1% ou 1,5%, $CaCO_3$ 1% ou 1,5% e gesso agrícola 1%) e com Balieiro Neto et al. (2009), que encontraram maiores teores de FDN em silagens sem aditivo e menores teores nas silagens com 1% de CaO ou 1,5% de $CaCO_3$.

Dessa forma, de acordo os resultados encontrados neste trabalho e aqueles da literatura citada, pode-se inferir que, entre os aditivos estudados, o óxido de cálcio foi o mais eficiente na redução da fibra e melhoria da qualidade nutritiva da silagem de cana-de-açúcar.

As concentrações de fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina foram maiores ($P<0,05$) para a silagem com ureia (1%) e iguais nas demais silagens ($P>0,05$). Esses resultados indicam que a silagem com 1% de ureia não melhorou a qualidade da fibra, ou seja, não solubilizou os componentes da parede celular. Esses resultados corroboram os obtidos por Lopes e Evangelista (2010), que observaram maior teor de FDA na silagem com maior teor de ureia (1,5%). Os dados encontrados neste estudo e pelos autores referenciados comprovam que os aditivos químicos usados não são capazes de solubilizar os componentes da FDA, no entanto, a hemicelulose, que é um componente da FDN de melhor valor nutritivo, foi solubilizada pelo CaO, mesmo quando foi utilizada uma dose menor (0,5%), na ensilagem da cana-de-açúcar.

O NDT da silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO foi maior ($P<0,05$) que nas demais silagens, que, por sua vez, não diferiram ($P>0,05$) entre si. A associação dos dois aditivos, ureia (0,5%) e CaO (0,5%), pode ter contribuído para o maior valor de NDT (60,51%) dessa silagem. Provavelmente o CaO contribuiu para diminuição das perdas de carboidratos não-fibrosos, pelo controle das leveduras, além de ter solubilizado a hemicelulose, e a ureia elevou os níveis de proteína bruta. A solubilização da hemicelulose é importante por permitir que a FDN se torne mais acessível aos microrganismos, ou seja, a fibra disponibiliza mais energia à medida que se torna mais digestível. Além disso, os maiores níveis de CNF e de PB, nutrientes que também estão

presentes na equação dos nutrientes digestíveis totais, foram importantes para obtenção deste resultado.

Houve diferença (P<0,05) entre as silagens no teor de extrato etéreo (EE), que foi maior para a silagem com 1% de CaO e menor para a silagem sem aditivo. O extrato etéreo é um componente nutricional pouco encontrado na cana-de-açúcar, e na silagem também, por isso, é possível que tenha ocorrido erro nas análises desse componente.

Os teores de carboidratos totais (CT) (P<0,05) foi maior na silagem sem aditivo (89,33%), que foi a silagem com maior teor de FDN e menores teores de proteína bruta e cinzas. A silagem com 1% de ureia apresentou menor teor de CT (70,33%), provavelmente em decorrência do alto teor de proteína bruta dessa silagem.

O conteúdo de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foi menor (P<0,05) na silagem com ureia (1%) e maior naquela tratada com CaO (1%), da mesma forma que o teor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), cujos resultados foram parecidos. Isso significa que as silagens que foram tratadas com ureia apresentaram maior teor de nitrogênio solúvel em relação àquelas sem aditivo ou com 1% de CaO. Já a diferença no teor de NIDN entre a silagem sem aditivo (controle), que foi menor em relação ao da silagem com 1% de CaO, pode estar relacionada ao fato de o CaO ter diminuído a solubilidade do nitrogênio, um nutriente de grande importância na fermentação do alimento no rúmen, assim como os carboidratos totais, que são fontes de energia. Dessa forma, a disponibilidade e a sincronização desses nutrientes para as bactérias que degradam a fibra são muito importantes para a produção de proteína microbiana.

A concentração de fibra em detergente neutro insolúvel (FDNi) foi maior na silagem sem aditivo (P<0,05) e menor nas silagens com CaO, que não diferiram entre si (P>0,05), provavelmente ocorreu devido à solubilização da hemicelulose nas silagens com CaO, o que reforça a viabilidade do uso desse aditivo para redução dos níveis de fibra, que nutricionalmente seria uma característica favorável ao consumo do animal, já que a fibra da cana-de-açúcar é de baixa degradabilidade, que contribui para redução do consumo, devido ao enchimento físico.

Os dados referentes ao fracionamento de carboidratos (Tabela 3) indicam que as silagens com CaO tiveram maior percentual da fração A+B[1], e foram estatisticamente (P<0,05) superiores à silagem sem aditivo. A silagem com 1% de ureia foi a que apresentou menor percentual da fração A+B[1]. A fração B[2] foi maior nas silagens sem aditivo e naquelas com 1% de CaO, que não diferiram entre si (P>0,05). No entanto,

houve diferença (P<0,05) entre essas silagens e aquelas com ureia (1% e 0,5%), que apresentaram menores proporções da fração B^2. As silagens com CaO foram aquelas com menores proporções da fração C e não diferiram entre si (P>0,05). A silagem sem aditivo apresentou maior proporção da fração C, diferindo das demais (P<0,05), enquanto a silagem com 1% de ureia teve uma proporção da fração C intermediária.

Entre as quatro silagens, aquela com CaO (1%) foi superior, pois apresentou maior proporção da fração $A+B^1$, de carboidratos não-fibrosos, maior proporção da fração B^2, fibra potencialmente digestível, e menor proporção da fração C, fibra indigestível. O óxido de cálcio proporcionou menores perdas de carboidratos solúveis e melhorou os componentes fibrosos, tornando-os mais disponíveis, além de reduzir a fibra insolúvel (FDNi).

Azevedo et al. (2003) avaliaram o fracionamento de carboidratos de três variedades de cana-de-açúcar, entre elas, a SP 79-1011, utilizada também neste estudo, e encontraram, para a silagem tratada com óxido de cálcio (1%), 38,96% de fração A + B^1, 33,26%, fração B^2 e 27,78%, fração C, enquanto a fração B^2 foi encontrada em maior proporção na cana *in natura.* Segundo os autores, essa maior proporção da fração B^2 poderia fornecer mais energia aos microrganismos que fermentam os carboidratos fibrosos e não-fibrosos, se essa fração tivesse tempo suficiente para ser degradada totalmente, o que poderia aumentar a eficiência de síntese de proteína microbiana.

Tabela 3. Fracionamento dos carboidratos totais em carboidratos solúveis ($A+B^1$), carboidratos potencialmente solúveis (B^2) e carboidratos insolúveis (C) de silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio

	Fracionamento de carboidratos		
	Parâmetros		
Silagens	**$A+B^1$**	**B^2**	**C**
Sem aditivo	22,96 b	25,86 a	40,51 a
1% ureia	17,53 c	15,30 b	37,50 b
0,5% ureia + 0,5% CaO	36,30 a	17,44 b	28,82 c
1% de CaO	34,03 a	23,97 a	26,83 c
CV (%)	10,14	16,35	4,71

Médias com letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Pode-se inferir que a utilização de 1% de ureia na silagem não contribuiu para diminuir as perdas de carboidratos solúveis, no entanto, quando se utilizaram os dois aditivos juntos (0,5% de ureia + 0,5% de CaO) ou CaO (1%), as silagens não diferiram entre si (P>0,05), e o percentual da fração $A+B^1$ foi maior (P<0,05) que o observado nas

silagens com 1% de ureia e sem aditivo, que, por sua vez, contribuíram para diminuição das perdas de carboidratos solúveis.

Fernandes et al. (2003) avaliaram a composição fracional dos carboidratos da cana-de-açúcar em diferentes idades de corte pelo método de produção de gases *in vitro* e obtiveram valores médios de 48,8% para fração A, 30,4% para fração B e 28,3% para a fração C, indigestível. Estes dados são semelhantes aos encontrados por Azevedo et al. (2003), no entanto, a fração solúvel foi bem maior na cana *in natura*, provavelmente em decorrência do consumo de carboidratos solúveis no processo de ensilagem da cana-de-açúcar, que, mesmo na presença dos aditivos, não foram eficazes em conter as perdas de carboidratos solúveis.

4. CONCLUSÕES

O óxido de cálcio, na proporção de 1% na ensilagem, diminui as perdas e melhora o valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; MENDES, C.Q.; GASTALDELLO JÚNIOR, A.L. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413 – 1421, 2009.

AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, F.C.; QUEIROZ, A.C.Q.; CARNEIRO, P.C.S.C.; LANA, R.P.L.; BARBOSA, M.H.P.; FERNANDES, A.M.; RENNÓ, F.P. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1443-1453, 2003.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.

BALIEIRO NETO, G.; FERRARI JÚNIOR, E.; NOGUEIRA, J.R.; POSSENTI, R.; PAULINO, V.T.; BUENO, M.S. Perdas fermentativas, composição química, estabilidade aeróbica e digestibilidade aparente de silagem de cana-de-açúcar com aditivos químico e microbiano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.6, p.621-630, 2009.

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

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.

DETMAN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T.; PINA, D.S.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; CHIZOTTI, M.L.; MAGALHÃES, K.A. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006a.

DETMAN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; CAMPOS, J.M.S.; PAULINO, M.F.; OLIVEIRA, A.S.; SILVA, P.A. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1469-1478, 2006b.

DETMAN, E.; PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S.; PAULINO, M.F.; OLIVEIRA, A.S.; SILVA, P.A.; HENRIQUES, L.T . Estimação da fração digestível da proteína bruta em dietas para bovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2101-2109, 2006c.

DETMAN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T.; PINA, DS.; PAULINO, M.F.; MAGALHÃES, A.L.R.; FIGUEIREDO, D.M.; PORTO, M.O.; CHIZZOTTI, M.L. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.155-164, 2007.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C.; LANA, R.P.; BARBOSA, M.H.P.; FONSECA, D.M.; DETMAN, E.; CABRAL, L.S.; PEREIRA, E.S.; VITTORI, A. Fracionamento e cinética da degradação in vitro dos carboidratos constituintes da cana-de-açúcar com diferentes ciclos de produção em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1778-1785, 2003 (supl.1).

HALL, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science.** v.81, p. 3226–3232, 2003.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avancos metodologicos na avaliacao da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 36, p. 101-119, 2007.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagem de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.5, p.984-991, 2010.

MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A.Rich.) Stapf cv. Marandu): produção valor nutritivo e perdas associadas a fermentação da silagem**. 2003. 159 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior Agricola "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.

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

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; SANTOS, F.A.P.; MOURÃO, G.B.; BARIONI JÚNIOR, W.. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.558-564, 2007.

SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação no valor nutritivo e nas perdas de silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008.

SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L.; QUEIROZ, O.C.M.; ZOPOLLATO, S.P.D.; SARTURI, J.O.; TOLEDO FILHO, S.G. Nutritive Value of sugarcane silage treated with chemical additives. Science Agric. v.66, n.2, p.159-163, 2009.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**.Métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235 p.

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

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

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. **Tabelas Brasileiras de Composição de alimentos para bovinos.** 2ª edição, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 329 p. 2006.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. v.14, 350p.

IV - CAPÍTULO II

CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS MESTIÇAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO

Resumo: Objetivou-se avaliar dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e óxido de cálcio (CaO), por meio do consumo, da digestibilidade dos componentes nutricionais, da produção e da composição físico-química do leite produzido por vacas mestiças. O experimento foi realizado nas dependências do setor de bovinocultura do IFNMG - *Campus* Salinas. A cana-de-açúcar utilizada na ensilagem foi a variedade SP 79-1011. Foram utilizadas quatro dietas contendo: silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de ureia, silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; e silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO. Foram utilizadas oito vacas mestiças, com produção média de leite de 15 kg/dia e aproximadamente 100 dias de lactação, distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4 (4 animais, 4 dietas, 4 períodos), com período experimental total de 60 dias, divididos em quatro períodos de 15 dias. Os consumos de matéria seca (MS), carboidratos não-fibrosos (CNF), matéria orgânica (CMO), carboidratos totais (CCT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram maiores quando os animais foram alimentados com as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com CaO. Não houve diferença nas digestibilidades de matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp), matéria orgânica (DMO) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas. A digestibilidade da proteína bruta (DPB) foi maior para as dietas com silagem de cana tratada com ureia, enquanto a digestibilidade do extrato etéreo (DEE) foi maior nas dietas com silagem sem aditivo. Nas silagens com ureia, a digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos (DCNF) foi maior em comparação à silagem com 1% de CaO. A digesbilidade dos carboidratos totais (DCT) foi maior nas dietas com silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO ou com 1% de CaO. Não houve diferenças na composição físico-química do leite entre as dietas, com exceção do N-ureico, que foi maior no leite dos animais que consumiram a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar

com 1% de ureia. Entre as silagens avaliadas, recomendam-se aquelas com CaO na concentração de 1% ou com a associação de 0,5% de ureia + 0,5% de CaO, por proporcionarem maiores consumos de componentes nutricionais.

Palavras-chave: aditivos químicos, desempenho produtivo, digestibilidade aparente, ensilagem, ingestão

IV - CHAPTER II

INTAKE, DIGESTIBILITY, YIELD AND MILK COMPOSITION OF CROSSBRED COWS FED DIETS CONTAINING SUGAR CANE SILAGE WITH UREA AND CALCIUM OXIDE

Abstract: This work aimed to evaluate diets containing sugar cane silage treated with urea and calcium oxide (CaO), by means of consumption, digestibility of nutritional components, yield and physical-chemical of milk produced by crossbred cows. The experiment was carried out at cattle sector of the Federal Institute of the North of Minas Gerais-Campus Salinas. The sugar cane used in the silage was the variety SP 79-1011. Four diets were used: sugar cane silage without additive (control), sugar cane silage with 1% urea, sugar cane silage with 0.5% urea + 0.5% CaO and sugar cane silage with 1% CaO. Eight crossbred cows were used, with average production of 15 kg/day, with about 100 days of lactation, arranged in two Latin squares 4 x 4 (4 animals, 4 diets, 4 periods), for 60 days, divided into four periods of 15 days. The intakes of dry matter (DM), non-fiber carbohydrates (NFC), organic matter (IOM), total carbohydrates (CCT) and total digestible nutrient (NDT) were higher in diets containing sugar cane silage with CaO. In relation to digestibility of dry matter (DMD), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (DFDNcp), organic matter (OMD), total digestible nutrients (TDN), significant differences were not observed among the diets. The crude protein digestibility (CPD) was greater for diets with sugar cane silage with urea. The ether extract digestibility (DEE) was higher in the silage without additive and in those with urea. The digestibility of non-fiber carbohydrates (DNFC) was higher with silage with 1% CaO, and digestibility of total carbohydrates (DCT) was higher in silage with 0.5% urea + 0.5% CaO and silage with 1% CaO. There were no physical-chemical differences in the milk composition among the diets, except for urea N which was higher in the milk from animals fed diet containing sugar cane silage with 1% urea. Amongst the evaluated diets, the recommended one is the sugar cane silage with 1% CaO or the combination of 0.5% urea + 0.5% CaO, based on natural matter, since it provides greater nutrients intakes.

Keywords: additives, productive performance, apparent digestibility, ensilage, intake

1 INTRODUÇÃO

A produção de 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 (Costa et al., 2008). A sazonalidade da produção forrageira, no entanto, é um grande problema nessa atividade, visto que as plantas forrageiras tropicais são a base alimentar de animais lactantes e, justamente no período seco, quando há redução da qualidade e da quantidade dos pastos, é quando o preço do leite é mais elevado.

Como alternativa de suplementação para vacas lactantes, a cana-de-açúcar se destaca em termos de produtividade de matéria seca, com mais de 50 t/ha/ano em um corte anual e acima de 62% de nutrientes digestíveis totais (Valadares Filho et al., 2006). Entretanto, a utilização da cana-de-açúcar em sua forma tradicional, colhida diariamente e fornecida fresca, provoca falta de uniformidade na rebrota dos canaviais, reduzindo seu tempo de vida útil. Além disso, a dependência de mão-de-obra diária para o corte onera o custo de produção do leite, devido à falta de logística e operacionalidade. Martins et al. (2011) verificaram maiores custos com mão-de-obra para corte, transporte e fornecimento diário da cana-de-açúcar *in natura* para vacas em lactação, em comparação à oferta de silagem de sorgo, silagem de girassol e pastos de capim-tanzânia.

A ensilagem da cana-de-açúcar constitui, portanto, uma alternativa para melhorar a logística do fornecimento de volumoso, diminuir os custos operacionais, além de aumentar a vida útil do canavial. No entanto, o alto teor de carboidratos solúveis e a população de leveduras na planta propiciam fermentação alcoólica, provocando perdas excessivas de matéria seca e do valor nutritivo da forragem. A adição de produtos químicos no momento da ensilagem da cana-de-açúcar pode melhorar o padrão de fermentação e conservação da forragem, promovendo o desenvolvimento dos microrganismos benéficos, como as bactérias produtoras de ácido lático, e a inibição dos indesejáveis, como as leveduras e clostrídios (Cavali et al., 2006; Souza, et al., 2008; Amaral et al., 2009).

A cana-de-açúcar apresenta altas concentrações (em torno de 30%) de fibra indigerível. O uso de produtos químicos na ensilagem dessa forrageira, além de proporcionar melhorias na fermentação, pode também melhorar a digestibilidade da matéria seca e da fibra (Balieiro Neto et al., 2007; Santos et al., 2009).

Espera-se neste estudo que os aditivos químicos (a ureia e o óxido de cálcio), na ensilagem de cana-de-açúcar, contribuam para a redução das perdas dos nutrientes, melhorando o valor nutritivo das silagens e o consumo e desempenho dos animais e aumentando, consequentemente, a renda com o leite.

Dessa forma, objetivou-se neste estudo avaliar, dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio para vacas mestiças em lactação. Para isso, realizou-se o estudo do consumo, da digestibilidade, da produção e composição físico-química do leite e da viabilidade econômica da produção do leite.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - *Campus* de Salinas, localizado na Fazenda Varginha, Rodovia Salinas/Taiobeiras, km 02. O município de Salinas está situado na região norte do estado de Minas Gerais, a 16°09′12″ de latitude Sul, 42°18′29″ de longitude Oeste e 475 m de altitude, com temperatura média anual de 22,4 ºC e precipitação pluviométrica anual média de 700 mm.

O período experimental foi de julho a setembro de 2011. Foram utilizadas oito vacas mestiças aos 100 dias de lactação, em média, distribuídas em dois quadrados latino 4 × 4, composto de quatro animais, em quatro tratamentos (dietas) e quatro períodos experimentais, cada um com duração de 15 dias. Os 12 primeiros dias de cada período experimental foram destinados à adaptação dos animais às dietas e o restante, do 13° ao 15° dia, à coleta de dados, realizada conforme metodologia descrita por Santos et al. (2006).

Foram utilizadas quatro dietas experimentais contendo silagem de cana-de-açúcar sem aditivo ou com ureia e óxido de cálcio (CaO): silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; silagem de cana-de-açúcar com 1% de uréia; silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; e silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO. As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (2001) para ser isonitrogenadas e atender a uma produção média de 15 kg de leite/dia.

As silagens de cana-de-açúcar foram produzidas em maio de 2011. A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade SP 79-1011, no terceiro corte, com rendimento de 140 toneladas/ha/ano. A ensilagem foi realizada quando a cana-de-açúcar atingiu teor médio

de açúcar de 18° brix. A cana-de-açúcar foi cortada manualmente no campo, sem a despalha, e picada em ensiladeira de forragem estacionária, acoplada ao trator. Posteriormente, a cana-de-açúcar picada foi transportada para o local destinado à confecção dos silos de superfície. Foram feitos quatro silos de superfície: no primeiro não foi utilizado nenhum aditivo; no segundo silo, foi adicionado 1% de ureia na matéria natural, a seco; no terceiro, 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio; e, no quarto silo, 1% de CaO. Após a mistura dos aditivos químicos, em camadas de 30 cm, foi feita a compactação do silo com o trator, obtendo-se, ao final, uma densidade de 500 kg/m³. O silo foi coberto com uma lona dupla-face e vedado nas laterais com terra. As silagens ficaram armazenadas durante 60 dias.

Os animais foram mantidos em baias individuais com uma área de 20 m², com parte do piso pavimentado com bloco de concreto e a outra de terra, separadas por cerca de arame liso com área coberta de 6 m^2, dotadas de cochos e bebedouros. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00, em quantidade ajustada diariamente, de modo que as sobras representassem 10% do total ofertado.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, às 7:30 e às 15:30, pelo mesmo ordenhador.

Do 13° ao 15° dia de cada período, foi registrada a produção individual de leite e foram coletadas amostras do leite de cada animal, duas vezes ao dia, nas quais foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: acidez pelo teste do alizarol, acidez titulável (ºD), pH, densidade a 15 ºC, pelo termolactodensímetro de Quevenne (Brasil, 2006); determinação dos teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) e o N-ureico pelo método infra-vermelho; e contagem de células somáticas pela citrometria de Fluxo. As produções de leite corrigidas para 4% de gordura foram calculadas utilizando-se a equação proposta por Sklan et al. (1992):

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

Durante o período de coleta, amostras dos alimentos fornecidos e das sobras foram recolhidas diariamente pela manhã, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 ºC por 72 horas e armazenadas para análises. Ao final do experimento, foram feitas amostras compostas por animal e por período. Posteriormente, todas as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm, acondicionadas em potes plásticos com tampa e armazenadas para análises posteriores. As análises químicas das

amostras experimentais foram realizadas no Laboratório de Forragicultura da UESB – *Campus* de Itapetinga.

As fezes foram coletadas diretamente na ampola retal, duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00, do 13° ao 15° dia de cada período experimental, obtendo-se uma amostra composta por animal. Posteriormente, as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 ºC por 72 horas e, em seguida, processadas em moinho de peneira de porosidade de 1 mm para análises químicas.

A estimativa da produção de MS fecal foi feita utilizando-se fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno (Detmann et al., 2001; Detmann et al., 2007). Para avaliação dos teores de FDNi, amostras de alimentos, sobras e fezes foram moídas em peneira de porosidade de 2 mm e individualmente acondicionadas em sacos de TNT. Seguiu-se a relação de 20 mg de MS/cm^2 de superfície. Posteriormente, os sacos foram incubados no rúmen de um bovino canulado por 240 horas (Casali et al., 2008). Após esse período, foram retirados do rúmen, lavados com água corrente até o total clareamento da água e submetidos à extração com detergente neutro (Mertens, 2002), em autoclave (100 °C/1hora). Em seguida, os sacos foram sequencialmente lavados em água destilada quente e acetona e secos em estufa não-ventilada (a 105 °C por 2 horas).

A produção de MS fecal foi estimada por meio da divisão entre consumo do indicador pela sua concentração nas fezes. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (CDA) foram calculados conforme descrito por Silva & Leão (1979):

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

As análises de matéria seca, proteína bruta, lignina, fibra em detergente ácido, extrato etéreo, matéria orgânica e cinzas foram realizadas conforme procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram estimados segundo recomendações de Mertens (2002). As correções dos teores de cinzas e proteína contidos na FDN e na FDA foram conduzidas conforme recomendações de Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente. Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que:

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

Os carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), em que:

$$CNFcp = (100 – \%FDNcp – \%PB – \%EE – \%cinzas)$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), porém utilizando-se a FDN e CNF corrigidos para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2{,}25EED,$$

em que: PBD = proteína bruta digestível;
FDNcpD = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível; CNFcpD = carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína digestíveis; e EED = extrato etéreo digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados dos alimentos e das dietas totais foram calculados conforme equação descrita pelo NRC (2001).

A proporção volumoso:concentrado, os ingredientes dos concentrados e das silagens e os componentes nutricionais de cada dieta experimental foram calculados com base na MS (matéria seca), enquanto o NIDN (nitrogênio insolúvel em detergente neutro) e NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido) foram calculados em relação ao percentual de NT (nitrogênio total) (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1. Proporção dos ingredientes do concentrado (em %), relação volumoso:concentrado e composição química dos ingredientes das dietas experimentais, em porcentagem da matéria seca

Item	**Ingredientes do concentrado (%)**			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR +0,5% CaO**	**1% CaO**
Milho grão moído	77,93	76,89	77,42	77,93
Farelo de soja	13,81	18,63	16,18	13,81
Ureia	3,88	0,00	1,98	3,88
Suplemento mineral	2,29	2,38	2,33	2,29
Fosfato bicálcio	1,25	1,19	1,22	1,25
Calcário calcítico	0,84	0,91	0,87	0,84
Volumoso:concentrado	54:46	55:45	55:45	54:46

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de uréia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas, com base na matéria seca

Componentes nutricionais	Sem aditivo	1% UR	0,5% UR + 0,5% CaO	1% CaO	Conc. A	Conc. B	Conc. C
	% MS						
MS	22,5	22,0	22,9	23,4	87,65	88,24	86,98
PB	5,5	14,0	9,5	4,3	15,3	19,9	24,3
FDN	76,0	67,8	63,5	63,5	12,39	17,61	12,64
FDA	56,0	44,2	47,4	47,6	-	-	-
EE	1,8	1,1	1,7	1,7	7,40	6,81	7,01
LIG	9,0	8,5	8,0	7,4	1,46	1,18	0,64
NDT[1]	43,0	46,8	47,1	47,6	-	-	-

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO. Conc. A = concentrado da dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% e ureia; Conc. B = concentrado da dieta com silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; Conc. C = concentrado das dietas com silagem de cana-de-açúcar sem aditivo ou com 1% de CaO; [1] Estimado pelas equações do NRC (2001).

Tabela 3. Composição química das dietas, com base na matéria seca

Componentes nutricionais	Composição química das dietas (% MS)			
	Sem aditivo	1% UR	0,5% UR + 0,5% CaO	1% CaO
Matéria seca[1]	52,03	51,44	52,51	52,51
Matéria orgânica[1]	92,28	94,22	90,92	88,91
Proteína bruta[1]	14,08	14,58	14,20	13,44
NIDN[2]	11,42	10,12	9,20	12,22
NIDA[2]	7,07	6,37	6,21	7,14
Extrato etéreo[1]	2,14	1,94	2,29	2,13
Carboidratos totais[1]	72,69	69,38	72,12	71,85
CNFcp[1]	29,64	29,34	32,03	34,49
FDNcp[1]	43,05	40,04	40,09	37,35
Fibra em detergente ácido[1]	35,86	34,73	33,34	31,36
Lignina[1]	5,14	4,92	4,54	4,32
Nutrientes digestíveis totais[3]	60,40	57,78	59,43	59,29

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.;CNFcp = carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido. [1] Porcentagem da matéria seca; [2] Porcentagem do nitrogênio total; [3] Estimado pelas equações do NRC (2001).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância segundo os modelos estatísticos a seguir:

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

em que:

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

μ = constante associada a todas as observações;

P_i = efeito do período i, com i = 1, 2, 3, 4;

A_j = efeito do animal j, com j = 1, 2, 3, 4;

$T_{k(ij)}$ = efeito do tratamento k, com k = 1, 2, 3, 4;

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

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG e, para efeito de comparação das médias, quando significativas, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (MS), expresso em kg/dia e em %PC, foi maior (P<0,05) quando os animais receberam as dietas contendo silagem com 1% de CaO ou com os dois aditivos juntos (0,5% de ureia + 0,5% de CaO) e menor quando alimentados com a silagem com 1% de ureia (Tabela 4).

Os consumos observados quando fornecidas as dietas contendo silagem sem aditivo ou com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO e aquela com 1% de CaO não diferiram entre si (P>0,05), mas foi menor (P<0,05) quando fornecida a dieta contendo silagem com 1% de ureia, logo, essa silagem diferiu-se das demais, provocando redução de aproximadamente 26,0% no consumo de MS em relação às dietas contendo silagem com CaO. Esse baixo consumo observado com o fornecimento da dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia pode ser devido à alta concentração de amônia produzida dentro do silo. A amônia, além de exalar um cheiro muito forte, reduz a palatabilidade do alimento, provocando a redução do consumo pelos animais.

Esperava-se que o consumo fosse menor quando fornecida a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar sem aditivo (controle), devido às perdas de nutrientes e carboidratos solúveis, provocadas pela fermentação alcoólica, e à concentração dos componentes fibrosos, que poderia limitar o consumo pelo enchimento físico do rúmen. No entanto, o consumo foi 18,2% maior que o obtido com a dieta com 1% de ureia.

Alguns fatores podem influenciar o consumo, entre eles, a qualidade da forragem, a palatabilidade, a proporção volumoso:concentrado da dieta, o peso corporal e o potencial produtivo do animal. Desta forma, pode-se inferir que a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia proporcionou uma menor palatabilidade e consequentemente um menor consumo pelos animais.

Apesar dos mais baixos teores de FDN nas silagens com óxido de cálcio (Tabela 2), não houve diferença (P>0,05) nos consumos de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp) entre as dietas (Tabela 3) e, mesmo com o menor consumo de matéria seca observado com o fornecimento da dieta com silagem de cana de açúcar com 1% de ureia, o consumo de FDNcp não diferiu (P>0,05) entre as dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Consumos diários dos nutrientes em vacas mestiças alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio

Item	Dietas				
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**CV %**
MS (kg/dia)	11,95 ab	9,76 b	13,30 a	13,21 a	18,25
MS (%PC)	2,14 ab	1,78 b	2,35 a	2,36 a	16,32
MS (g/kg $PC^{0,75}$)	103,96 a	85,76 b	114,55 a	114,45 a	16,68
FDNcp (kg/dia)	5,73	5,09	5,99	5,61	14,66
FDNcp (%PC)	1,02	0,92	1,06	0,99	12,90
FDNcp (g/kg$PC^{0,75}$)	49,80	44,68	51,66	48,64	13,14
CNFcp (kg/dia)	3,71 bc	3,08 c	4,35 ab	4,74 a	18,34
MO (kg/dia)	11,13 ab	9,17 b	12,39 a	12,09 a	18,34
MO (PC)	1,99 ab	1,66 b	2,19 a	2,16 a	16,34
PB (kg/dia)	1,85	2,25	2,33	1,90	22,92
EE (kg/dia)	0,29 a	0,22 b	0,34 a	0,23 b	16,61
CT (kg/dia)	8,60 ab	6,77 b	9,67 a	9,49 a	18,86
MSi (kg/dia)	2,98	2,55	3,04	2,82	18,78
FDNi (kg/dia)	2,47	2,17	2,52	2,37	20,88
NDT (kg/dia)	7,78 ab	6,50 b	8,63 a	8,85 a	18,12

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO; %PC = em porcentagem do corporal; MS = matéria seca; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNFcp = carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; CT = carboidratos totais; MSi = matéria seca indigestível; FDNi = fibra em detergente neutro indigestível; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Quando calculados em relação ao peso corporal (PC), os consumos de FDN foram muito baixos, próximo de 1% do PC, o que pode comprometer a ruminação, afetar o tamponamento e diminuir a atividade dos microrganimos do rúmen. De acordo

com Mertens (1996), se as rações apresentam baixo conteúdo de fibra, a fermentação ruminal diminui, e ocorrem distúrbios alimentares e acidose, comprometendo o desempenho e a saúde do animal. Neste estudo, as proporções de concentrado nas dietas foram muito próximas às de volumoso, e isso pode ter sido a causa do baixo consumo de FDN, ou seja, a regulação do consumo ocorreu pelo mecanismo quimiostático, e não pelo mecanismo físico.

O consumo de proteína bruta (PB) também não diferiu entre as dietas (P>0,05). O consumo de CNFcp, no entanto, diferiu (P<0,05), com valores decrescentes entre as dietas com silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO, com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO, sem aditivo e com 1% de ureia: a dieta contendo respectivamente. Mesmo não tendo ocorrido diferença significativa no consumo de FDN entre as dietas, observou-se que o CaO contribuiu para melhorar o valor nutritivo das silagens, pela redução dos teores de FDN (Tabela 2), e também pelo aumento no consumo de CNF nas dietas contendo esse aditivo.

As dietas contendo 1% de CaO ou 0,5% de CaO + 0,5% de ureia foram as que determinaram maior (P<0,05) consumo de MO e não diferiram entre si (P>0,05). A dieta formulada com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia, por sua vez, resultou em menor consumo, tanto de MO quanto de CNF, mostrando o efeito positivo do CaO sobre a contenção das perdas dos nutrientes das silagens. Da mesma forma, o consumo de CT foi maior (P<0,05) para as dietas contendo silagem com CaO (1% ou 0,5%) e menor para a dieta com silagem de cana com 1% de ureia.

O consumo de EE foi maior (P<0,05) para as dietas contendo silagem sem aditivo, ou com os dois aditivos (0,5% de ureia + 0,5% de CaO) juntos. Esperava-se também maior consumo de EE para a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO, por ter apresentado maior consumo de MS em relação à dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. No entanto, o maior teor de CaO na dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO parece ter influenciado negativamente o consumo de EE, ou o valor obtido nas análises está subestimado.

Não houve diferença (P>0,05) entre as dietas quanto ao consumo de MSi e FDNi. No entanto, ao contrário dos outros nutrientes, esperava-se menor consumo de FDNi quando fornecidas as dietas contendo silagem com CaO, pois os dados indicaram redução da FDN nas silagens tratadas com CaO, logo, pode-se inferir que o CaO solubilizou parte da hemicelulose. Contudo, o consumo de NDT foi maior para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com CaO (1% e 0,5%), que diferiram das outras

(P<0,05), sendo menor para a dieta formulada com silagem contendo 1% de ureia. Desse modo, as dietas contendo silagens com CaO apresentaram maiores consumos de matéria seca e da maioria dos demais nutrientes. Os menores consumos foram observados com a oferta da dieta com silagem com 1% de ureia (Tabela 4).

Os coeficientes de digestibilidade da MS, FDNcp, MO e NDT também não diferiram (P>0,05) entre as dietas (Tabela 5). A digestibilidade da proteína bruta, no entanto, foi maior (P<0,05) para a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia e menor para a dieta com 1% de CaO. Esse resultado se deve ao maior percentual de nitrogênio solúvel existente na dieta com cana-de-açúcar com 1% de ureia, que influenciou negativamente o consumo.

Tabela 5. Digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio em vacas mestiças

Item	**Dietas**				
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**CV%**
MS	64,45	60,43	63,91	63,79	5,63
PB	67,85 ab	74,62 a	67,56 ab	63,90 b	8,88
EE	71,47 a	67,27 ab	70,10 a	55,46 b	15,56
FDNcp	51,98	54,36	51,19	48,70	12,65
CNFcp	81,32 ab	74,45 b	78,96 ab	83,46 a	7,39
CT	66,04 a	59,73 b	65,84 a	66,13 a	5,87
MO	67,76	63,17	66,68	67,19	5,18
NDT	61,40	57,79	59,43	59,24	4,94

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO. NDT = nutrientes digestíveis totais; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não–fibrosos; CT = carboidratos totais.

A digestibilidade do EE foi maior (P<0,05) para as dietas com silagem sem aditivo ou com os dois aditivos juntos (ureia e CaO) e menor para a silagem com 1% de CaO. Esse resultado está de acordo com os consumos de EE, que também foram maiores para essas mesmas dietas. Portanto, pode-se inferir que o CaO, quando adicionado no nível de 1% da matéria natural na silagem de cana-de-açúcar, diminui o consumo e a digestibilidade do EE da dieta.

A dieta com 1% de CaO foi a que apresentou a maior (P<0,05) digestibilidade dos CNF e a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia, a menor. A adição de 1% de CaO na silagem de cana-de-açúcar foi a estratégia mais eficiente de

conservação do valor nutritivo da silagem, pois a dieta final foi a que promoveu maior consumo de carboidratos não-fibrosos. Esse nutriente é o que mais se perde na ensilagem da cana-de-açúcar, pois é consumido pelas leveduras e transformado em etanol.

A digestibilidade dos CT não diferiu (P>0,05) entre as dietas sem aditivo, com os dois aditivos juntos (ureia e CaO) ou com 1% de CaO. Os coeficientes de digestibilidade dessas dietas foram superiores aos observados com o fornecimento da dieta com 1% de ureia, a qual apresentou baixo consumo da maioria dos nutrientes, inferior às outras e, consequentemente, a digestibilidade também foi menor.

Pedroso et al. (2010) encontraram coeficientes de digestibilidade da matéria seca de 66,2% em silagens de cana-de-açúcar tratada com 0,5% de ureia + 0,05% de benzoato de sódio. Esses autores observaram também coeficientes de digestibilidade e consumo de MS superiores aos deste estudo, de 73,9% e 18,48 kg/dia, respectivamente, para a dieta total, fornecida para vacas em lactação com produção média de leite de 18 kg/dia.

De acordo com os dados de digestibilidade (Tabela 5), pode-se inferir que os aditivos não tiveram influência sobre a digestibilidade da FDN da dieta. Esperava-se maior digestibilidade dos componentes fibrosos nas dietas contendo silagem com CaO em relação à dieta com silagem sem aditivo. No entanto, o consumo de FDN foi muito baixo (Tabela 4), comprovando que o consumo não foi limitado por fatores físicos. Assim, o CaO na ensilagem da cana-de-açúcar agiu na solubilização da fibra e melhorou a qualidade nutritiva da silagem sem contribuir para a melhoria da digestibilidade da dieta.

Neste estudo não houve diferença (P>0,05) entre as dietas quanto à produção de leite (kg/dia) e do leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%) (Tabela 6).

Da mesma forma, a composição físico-química do leite não diferiu entre as dietas, com exceção do nitrogênio ureico. Os resultados encontrados para a composição físico-química estão dentro dos requisitos mínimos de qualidade para o leite cru de uso industrial (Brasil, 2002).

Tabela 6. Produção de leite, composição físico-química, teor de nitrogênio ureico e contagem de células somáticas do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio

Item	Dietas				
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**CV%**
Leite/kg/dia	13,61	13,16	14,83	14,90	9,86
Leite/kg/dia (LCG 4%)	15,46	14,92	16,14	15,61	16,85
Nitrogênio ureico (mg/dL)	22,73 b	30,19 a	23,26 b	19,54 b	17,09
Gordura (%)	4,41	4,39	4,02	3,85	15,22
Proteína (%)	2,99	3,01	3,10	3,03	4,20
Lactose (%)	4,26	4,28	4,35	4,33	2,94
Sólidos totais (%)	12,68	12,64	12,46	12,19	4,80
ESD (%)	8,25	8,23	8,44	8,34	1,92
Acidez (ºD)	16.25	15.56	15,50	16,19	6,19
Densidade (g/ml)	1,029	1,028	1,029	1,030	0,20
pH	6,76	6,81	6,81	6,79	0,88
CCS (x mil/ml)	310	428	353	241	57,87

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. ESD = extrato seco desengordurado. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

O desempenho de vacas em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar, pode ser prejudicado devido aos problemas que ocorrem na fermentação durante a ensilagem da cana-de-açúcar, relacionados às perdas de carboidratos solúveis. De acordo McDonald (1991), as perdas podem alcançar até 49% da MS e 0,2% de energia, resultando em redução significativa do valor nutritivo dessa forragem. Essas perdas são bastante significativas, visto que o processo da ensilagem é uma técnica bastante onerosa, por demandar operações mecanizadas e bastante mão-de-obra. Mesmo assim, justifica-se a produção de silagem de cana-de-açúcar se observados o rendimento de produção de forragem por unidade de área e a melhoria da operacionalidade.

Valvasori et al. (1998) observaram menor produção de leite (11,8 kg) em vacas alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, em relação a vacas que receberam dietas contendo silagem de sorgo granífero (12,9 kg) ou dieta mista (12,3 kg). No entanto, a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, no entanto, não diferiu entre as dietas, assim como o teor de gordura do leite. Os resultados de consumo e desempenho obtidos neste estudo indicam que as silagens de cana-de-açúcar com 1% de óxido de cálcio ou com os dois aditivos juntos (0,5 ureia + 0,5% de CaO) foram mais eficientes em solucionar os problemas na fermentação e reduzir as perdas do valor nutritivo, pois proporcionaram maior consumos das dietas e melhor

desempenho dos animais. A silagem com 1% de ureia, no entanto, apesar de não ter apresentado diferença (P>0,05) na produção de leite em relação aos outros tratamentos, proporcionou menor consumo de matéria seca e de nutrientes (P<0,05), o que pode acarretar perda de peso e do escore corporal, podendo ser prejudicial, principalmente no início da lactação, quando a vaca se encontra em balanço energético negativo.

A quantidade de nitrogênio ureico (Tabela 6) foi maior (P<0,05) no leite produzido com o fornecimento da dieta à base de silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia, em relação aos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si (P>0,05). Os dados de proteína bruta da silagem com 1% de ureia (Tabela 2) mostraram-se bastante elevados, o que pode ter contribuído para maior excreção de nitrogênio ureico no leite. Conforme descrito por 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.

A proteína dietética é amplamente degradada no rúmen, gerando amônia, que, na sua maior parte, é incorporada pelos microrganismos na forma de proteína microbiana.

De acordo Carvalho (2008), alguns autores têm sugerido que a concentração de N-ureico no leite pode ser utilizada como diagnóstico para monitorar a eficiência de utilização do nitrogênio nos rebanhos leiteiros, tendo em vista a alta correlação entre a concentração no leite e no plasma (0,88 e 0,98, respectivamente). Assim, pode-se evitar a coleta de sangue durante o experimento para diminuir o estresse nos animais. Quando os teores de N-ureico no leite estão acima dos níveis normais, pode estar havendo falta de sincronização na taxa de degradação ruminal entre as fontes de nitrogênio e energia, assim, excesso de NNP (nitrogênio não-proteico), acima dos valores basais, aumentam a excreção de ureia, levando a um desperdício de proteína dietética (Baker et al., 1995). Concentrações de NUP (nitrogênio ureico no plasma) e NUL (nitrogênio ureico no leite) de 19 a 20 mg/dL e 24 a 25 mg/dL, respectivamente, representariam limites a partir dos quais ocorreriam perdas de nitrogênio dietético em vacas leiteiras (Oliveira et al., 2001).

Com base nos resultados de consumo e digestibilidade (Tabelas 4 e 5) dos nutrientes da dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia, pode-se afirmar que houve excesso de proteína rapidamente solúvel, que acarretou falta de sincronização entre fontes de nitrogênio e energia para melhor utilização ruminal. Essa dieta proporcionou baixo consumo e digestibilidade de nutrientes, principalmente dos carboidratos não-fibrosos, que são uma fonte de energia mais solúvel. Desse modo, a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia proporcionou baixa eficiência no

aproveitamento dos nutrientes no rúmen, levando a elevada concentração do N-ureico no leite.

4 CONCLUSÕES

Entre as dietas avaliadas, recomenda-se aquelas formuladas com silagem de cana-de-açúcar tratada com CaO na concentração de 1% ou com a associação de 0,5% de ureia + 0,5% de CaO, com base na matéria natural, proporcionam maior consumo de nutrientes.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; MENDES, C.Q.; GASTALDELLO JÚNIOR, A.L. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413 – 1421, 2009.

BAKER, L.D.; FERGUNSON, J.D.; CHALUPA, W. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. **Jounal of Dairy Science**, v.78, n.11, p.2424-2434, 1995.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A;NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprova os regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite. Instrução Normativa nº 51, de 20 de setembro de 2002. **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. 68, de 12 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006.

CARVALHO, G.G.P. **Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em dietas para ovinos, caprinos e vacas em lactação.** 2008. 279 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

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

CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; SOUSA, L.O. et al. Silagem de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio: composição bromatológica e perdas. In: REUNIÃO ANULA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD-ROM).

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/especial23htm>. Acesso em: 21 jan. 2011.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.

DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do "vício de tempo" de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.

HALL, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science.** v.81, p. 3226–3232, 2003.

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.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

MARTINS, S.C.S.G.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CALDEIRA, L.A.; PIRES, D.A.A.; BARROS, I.C.; SALES, E.C.J.; SANTOS, C.C.R.; AGUIAR, A.C.R.; OLIVEIRA, C.P.. Consumo, digestibilidade, produção de leite e análise econômica de dietas, com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.3, p.691-708, jul/set, 2011.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.

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

MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. Informational Conference with Dairy and Forages Industries. **US Dairy Forage Research Center**, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh Revised Edition, Washinton-D.C., 2001, 381 p.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de ureia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; RODRIGUES, A.A.; SANTOS, A.P.; MOURÃO, G.B.; BARIORI JÚNIOR, W. Performance of dairy cows fed rations produced wuith sugarcane silages treated with additives or fresh sugarcane. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1889-1893, 2010.

SANTOS, F.A.P.; CARMO, C.A.; MARTINEZ, J.C. 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, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L.; QUEIROZ, O.C.M.; ZOPOLLATO, S.P.D.; SARTURI, J.O.; TOLEDO FILHO, S.G. Nutritive Value of sugarcane silage treated with chemical additives. **Science Agric.** v.66, n.2, p.159-163, 2009.

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa: Editora UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

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

SKLAN, D.R.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A. 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.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.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.

SOUZA, D.P.; MATTOS, W.R.S; NUSSIO, L.G.; MARI, L.J.; SANTOS, M.C. Efeito de aditivo químico e inoculantes microbianos na fermentação e no controle da produção de álcool em silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p. 1564-1572, 2008.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. **Tabelas Brasileiras de Composição de alimentos para bovinos.** 2ª edição, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 329 p. 2006.

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; PIRES, F.L.; ARCARO, J.R.P; ARCARO JÚNIOR, I. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. **Brazilian Journal Veterinaria Animale Science**. São Paulo, v.35, n.3, p.139-142, 1998.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. **In:** CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Proceeding… Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

V - CAPÍTULO III

BALANÇO DE NITROGÊNIO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA EM VACAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO

Resumo: Objetivou-se avaliar o balanço de nitrogênio, as concentrações de ureia na urina e no leite e a síntese de proteína microbiana em vacas mestiças lactantes alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar sem aditivo (controle) ou silagens de cana-de-açúcar com 1% de ureia, 0,5% de ureia + 0,5% de CaO ou 1% de CaO. A cana-de-açúcar utilizada na ensilagem foi a variedade SP 79-1011 e as dietas foram formuladas para ser isonitrogenadas. O experimento foi conduzido no setor de bovinocultura do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus* Salinas. Foram utilizadas oito vacas mestiças, com produção média de leite de 15 kg/dia, com aproximadamente 100 dias de lactação, distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4, composto de quatro animais, quatro dietas e quatro períodos. Cada período foi constituído de 15 dias, de modo que os doze primeiros dias foram destinados à adaptação dos animais e os três últimos dias, à coletas de dados. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com parte do piso de concreto, providas de cocho e bebedouro individuais. A ração completa foi fornecida duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00, respectivamente. No 13º dia de cada período experimental, foram colhidas amostras de leite individuais, pela manhã e à tarde, que foram misturadas proporcionalmente para determinação do nitrogênio ureico. Durante os três dias de coletas, foram coletadas amostras de fezes, pela manhã e à tarde, e uma amostra composta de cada animal foi feita para determinação do nitrogênio excretado. No 15º dia, após 4 horas da primeira refeição, foram coletadas amostras *spot* de urina das vacas, por meio da micção espontânea, para determinação dos teores de creatinina, ureia, alantoína e ácido úrico. A ingestão de nitrogênio, assim como a excreção, foi maior quando as vacas foram alimentadas com a dieta com silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO. Não houve diferença no balanço de nitrogênio entre as dietas. O nitrogênio

ureico do leite (30,19 mg/dL) e a excreção de ureia (4,27 g/dia) foram maiores nos animais alimentados com a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. O balanço de nitrogênio foi positivo, mas as eficiências de utilização do nitrogênio e de síntese microbiana foram baixas para todas as dietas. A dieta com silagem com 1% de ureia proporciona maiores perdas de nitrogênio pelo leite, indicando perda de proteína.

Palavras-chave: aditivos, ensilagem, leite, nitrogênio retido, purinas microbianas

V - CHAPTER III

NITROGEN BALANCE AND MICROBIAL PROTEIN SYNTHESIS IN COWS FED DIETS CONTAINING SUGAR CANE SILAGE WITH UREA AND CALCIUM OXIDE

Abstract: This study aimed to evaluate the nitrogen balance, the levels of urea in urine and milk and microbial protein synthesis in lactating crossbred cows fed diets containing sugar cane silage without additives, sugar cane silage with 1 % urea, sugar cane silage with 0.5% urea + 0.5% CaO and sugar cane silage with 1% CaO. The sugar cane used in the silage was the variety SP 79-1011. The experiment was carried out at the Federal Institute of cattle in the North of Minas Gerais - Campus Salinas. Eight cows were crossbred with average milk production of 15 kg/day, with about 100 days of lactation, arranged in two 4 x 4 Latin squares compound 4 animals, 4 diets and 4 periods. It was consisted of four periods of 15 days, being the first twelve days of adaptation and the last three days of data collection. Diets were formulated to be isonitrogenous. The animals were housed in individual stalls, with part of the concrete floor, with individual feeder and drinker. A complete ration was provided twice a day at 8 a.m. and 4 p.m., respectively. On the 13th day of each experimental period, milk samples were collected individually in the morning and in the afternoon, proportionately mixed to determine the urea nitrogen. During the three days of collection, fecal samples were gathered, in the morning and in the afternoon, and made a composite sample from each animal for determination of excreted nitrogen. On the 15th day, 4 hours after the first meal, spot urine samples were collected of cows by spontaneous voiding for determination of creatinine, urea, allantoin and uric acid. Both intake and excretion of nitrogen were higher for silage diet with 0.5% urea + 0.5% CaO. There was no difference in nitrogen balance among the diets. The milk urea nitrogen (30.19 mg/dL) and the excretion of urea (4.27 g/day) were higher in animals fed diet sugar cane silage with 1% urea. Nitrogen balance was positive, however, it was observed low efficiency of nitrogen utilization and microbial synthesis in all of the

diets. The silage with 1% urea caused the largest nitrogen losses through the milk, indicating protein loss.

Keywords: additives, ensilage, milk, retained nitrogen, microbial purines

1 INTRODUÇÃO

Na atividade leiteira, a alimentação de vacas lactantes representa o maior percentual dos custos fixos, ou seja, o que mais onera o custo de produção do leite. Sabe-se que o consumo de matéria seca é essencial para uma resposta produtiva adequada, pois vacas em lactação têm alta exigência de nutrientes, sobretudo energia e proteína. Contudo, a utilização de silagem de cana-de-açúcar no período de estiagem para vacas em lactação visa suprir parte das exigências desses animais no período de escassez de forragem.

A adição de aditivos químicos na ensilagem de cana-de-açúcar tem por objetivos diminuir a fermentação alcoólica e melhorar a qualidade nutricional da silagem. A utilização de óxido de cálcio ajuda no controle das leveduras, responsáveis pela fermentação alcoólica, pelo efeito tampão, impedindo a rápida redução do pH da silagem, além de promover alterações na fração fibrosa, por meio da solubilização de componentes da parede celular (BALIEIRO NETO et al., 2007).

A utilização de ureia tem sido uma opção viável de fornecimento de nitrogênio não-proteico (NNP) para suprir a demanda ruminal por meio da síntese microbiana. Entretanto, os aditivos químicos, apesar de melhorar o valor nutritivo, podem provocar alteração no ambiente ruminal e modificar os padrões de fermentação, prejudicando a eficiência de síntese microbiana e o metabolismo de nitrogênio (Carvalho et al., 2011).

As dietas devem ser formuladas visando à maximização da produção de proteína microbiana no rúmen, pois, segundo Schwab (1996), citado por Santos (2010), é importante conhecer a eficiência na produção de proteína microbiana, por ser uma fonte de aminoácidos de alta qualidade, disponível para absorção, e que possui digestibilidade intestinal próxima de 85% e perfil de aminoácidos constante.

Assim, o fornecimento de dietas balanceadas é essencial para atender às exigências de vacas em lactação, pois a sincronização na utilização da energia e proteína dietética pelos microrganismos do rúmen tem sido preconizada como uma forma de melhorar a fermentação ruminal e otimizar o aproveitamento da amônia produzida e a síntese de proteína microbiana. O NRC (2001) preconiza um valor de 130 g de proteína

microbiana por kg de matéria orgânica degradável no rúmen, quando as dietas possuem mais de 40% de volumoso, para máxima eficiência.

De acordo com Valadares et al. (1997), em vacas lactantes, as concentrações de nitrogênio no leite estão altamente correlacionadas às concentrações plasmáticas. O excesso de nitrogênio não-proteico (NNP), acima dos valores basais, aumenta a excreção de ureia pela urina, sugerindo desperdício de proteína dietética (Pina et al., 2006). Dessa forma, o balanço de nitrogênio, sob condições controladas, fornece uma estimativa do metabolismo proteico e constitui um método de avaliação dos alimentos e do estado nutricional do animal, fornecendo dados para se predizer a resposta produtiva.

A ureia é a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados pelos mamíferos. Quando a taxa de síntese de amônia é maior que sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação na concentração de amônia no rúmen, com consequente aumento na excreção de ureia e no custo energético de sua produção, resultando em perda de proteína (Russell et al., 1992).

Desse modo, objetivou-se avaliar o balanço de nitrogênio e a síntese de proteína microbiana em vacas alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - *Campus* de Salinas, localizado na Fazenda Varginha, Rodovia Salinas/Taiobeiras, km 02. O município de Salinas está localizado na região norte do estado de Minas Gerais, situado a 16°09′12″ de latitude Sul, 42°18′29″ de longitude Oeste e 475 m de altitude A temperatura média anual no município é de 22,4 ºC e a precipitação pluviométrica anual média, de 700 mm.

O período experimental foi de julho a setembro de 2011. Foram utilizadas oito vacas mestiças (Holandês × Gir) com período de lactação médio de 100 dias, mantidas em baias individuais com 20 m² cada, com cocho coberto e parte do piso pavimentado, providas de bebedouros individuais. As vacas foram distribuídas em dois quadrados latino 4 × 4, compostos de quatro animais, quatro dietas e quatro períodos experimentais. Cada período experimental teve duração de 15 dias, de modo que os 12 primeiros foram destinados à adaptação dos animais às dietas experimentais e os 3 últimos dias, à coleta de dados. Em cada dieta foi avaliada uma das silagens de cana-de-

açúcar: sem aditivo; com 1% de ureia; com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; ou com 1% de CaO.

As silagens de cana-de-açúcar foram produzidas em maio de 2011. A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade SP 79-1011, com rendimento de 140 t/ha/ano, no terceiro corte. A ensilagem foi realizada quando a cana-de-açúcar atingiu teor médio de açúcar de 18° brix. A cana-de-açúcar foi cortada manualmente no campo, sem a despalha, e picada em ensiladeira de forragem estacionária, acoplada ao trator. Posteriormente, a cana-de-açúcar picada foi transportada para o local destinado à confecção dos silos de superfície.

Foram feitos quatro silos de superfície: no primeiro silo, não foi utilizado nenhum aditivo; no segundo, foi adicionado 1% de ureia na matéria natural, a seco; no terceiro, adicionou-se 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio; e no quarto silo foi adicionado 1% de CaO. Após a mistura dos aditivos químicos, em camadas de 30 cm, foi feita a compactação do silo com o trator, obtendo-se ao final uma densidade de 500 kg/m³. O silo foi coberto com uma lona dupla-face e vedado nas laterais com terra. As silagens foram mantidas armazenadas por um período de 60 dias.

As dietas foram compostas de 55% de volumoso e 45% de concentrado, com base na matéria seca (MS) (Tabela 1). As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (2001) para ser isonitrogenadas e atender a um potencial de produção de 15 kg de leite/dia.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes (volumoso e concentrado) das dietas (%MS)

Ingredientes	**Dietas (% MS)**			
	Sem aditvo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Silagem de cana-de-açúcar	54,21	55,15	54,67	54,21
Fubá de milho	35,68	34,48	35,09	35,68
Farelo de soja	6,33	8,36	7,33	6,33
Mistura mineral	1,05	1,07	1,06	1,05
Fosfato bicálcio	0,57	0,53	0,55	0,57
Calcário	0,38	0,41	0,40	0,38
Ureia	1,77	0,00	0,89	1,77

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, às 7:30 e às 15:30, fazendo-se o registro diário da produção de leite nos três últimos dias de cada período experimental. No 13° dia, pela manhã e à tarde, foi retirada uma amostra de

leite de cada vaca, obtendo-se uma amostra composta, que foi enviada para análise da composição química e do teor de N-ureico do leite, pelo método infra-vermelho, na Clínica do Leite da Escola Superior Luiz de Queiroz - ESALQ, em Piracicaba, SP.

As rações foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00, ajustadas de forma a manter as sobras em torno de 10% do fornecido, e a água, foi fornecida à vontade.

As amostras de volumoso, concentrado e sobras foram coletadas diariamente no 13º, 14º e 15º dia de cada período experimental, acondicionas em sacos plásticos e armazenadas em *freezer*, para análises posteriores. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, para estimativa da excreção de urina e nitrogênio ureico, em porcentagem do peso corporal, e para ajuste do consumo.

As fezes foram coletadas nos três últimos dias de cada período experimental, pela manhã e à tarde, obtendo-se uma amostra composta por animal. As amostras compostas foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas e posteriormente processadas em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1 mm para análises químicas.

A estimativa da produção de MS fecal foi feita utilizando-se a fibra em detergente neutro indigerível (FDNi) como indicador interno (Detman et al., 2001; Detmann et al., 2007). Os sacos utilizados na avaliação dos teores de FDNi foram confeccionados em tecidos TNT (100 g/m^2), conforme descrito por Casali et al. (2009), com dimensões de 4 × 5 cm. As amostras de alimentos, das sobras e fezes foram moídas em peneira de malha de 2 mm e individualmente acondicionadas em sacos de TNT, seguindo-se a relação de 20 mg de MS/cm^2 de superfície. Posteriormente, os sacos foram incubados por 240 horas no rúmen de um bovino com fístula permanente (CASALI et al., 2008). Após esse período, foram retirados do rúmen, lavados com água corrente até o total clareamento desta e submetidos à extração com detergente neutro (MERTENS, 2002), em autoclave a 100 ^{o}C durante uma hora. Após esse tratamento, os sacos foram sequencialmente lavados em água destilada quente e acetona e secos em estufa não ventilada, a 105 °C, durante duas horas. Em seguida, os sacos de TNT foram acondicionados em dessecador e pesados. Nos procedimentos de pesagem, o manejo dos sacos no dessecador foi limitado a 20 unidades, a fim de se evitar problemas de acúmulo de umidade em função da higroscopicidade da fibra. O resíduo obtido foi considerado FDNi. A produção de MS fecal foi estimada pela divisão entre o consumo

do indicador pela sua concentração nas fezes. O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) foi calculado segundo Silva & Leão (1979):

CDA = (nutriente ingerido – nutriente excretado / nutriente ingerido) × 100

As amostras do alimento fornecido, das sobras e das fezes foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 ºC por 72 horas e, posteriormente, processadas em moinho de malha de 1 mm para análise da composição química (Tabela 2).

As análises da composição em matéria seca, proteína bruta, lignina, fibra em detergente ácido, extrato etéreo, matéria orgânica e cinzas foram realizadas conforme procedimentos descritos pela Silva & Queiroz (2002) e os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram estimados segundo recomendações de Mertens (2002). As correções dos teores de cinzas e proteína contidos na FDN e na FDA foram conduzidas conforme relatado por Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente. Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992):

CT = 100 - (%PB + %EE + %Cinzas)

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos subtraindo-se dos CT a fração FDN. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), porém utilizando-se a FDN e CNF corrigidos para cinza e proteína, pela seguinte equação:

NDT (%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED,

em que: PBD = PB digestível;
FDNcpD = FDNcp digestível;
CNFD = CNF digestíveis; e
EED = EE digestível.

Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais

Nutrientes	Dietas			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Matéria seca[1]	52,03	51,44	52,51	52,51
Matéria mineral[1]	6,85	8,17	6,83	8,33
Proteína bruta[1]	14,08	14,58	14,20	13,44
Extrato etéreo[1]	2,14	1,94	2,29	2,13
FDNcp[1]	43,05	40,04	40,69	37,35
FDA[1]	35,86	34,73	33,34	31,36
NIDN[2]	11,42	10,12	9,20	12,22
NIDA[2]	7,07	6,37	6,21	7,14
PIDN[1]	11,75	12,31	11,16	11,68
PIDA[1]	6,85	6,75	7,44	6,95
Lignina[1]	5,14	4,92	4,54	4,32
CNF[1]	43,05	40,04	40,09	37,35
Carboidratos totais[1]	72,69	69,38	72,12	71,85
NDT[3]	60,40	57,78	59,43	59,29
FDNi (%MS)	22,13	22,02	18,64	18,54

[1] Poercentagem da matéria seca; [2] Porcentagem do nitrogênio total; [3] Estimado segundo o NRC (2001); NDT = nutrientes digestíveis totais; FDNi = fibra indigerível em detergente neutro. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Os teores de nutrientes digestíveis totais dos alimentos e das dietas totais foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Foram realizadas coletas de urina, na forma de amostra *spot*, em micção espontânea dos animais, aproximadamente 4 horas após o fornecimento da alimentação matinal (Barbosa et al., 2005). As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de ureia, creatinina, alantoína e ácido úrico (Valadares et al., 1999).

As concentrações de creatinina, ácido úrico, alantoína e ureia na urina e no leite foram determinadas utilizando-se *kits* comerciais (Bioclin). A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667. O teor urinário de alantoína foi estimado pelo método colorimétrico, conforme especificação de Chen & Gomes (1992).

A excreção diária de creatinina considerada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras de urina *spot* foi de 24,05 (mg/kg PC), de acordo com o proposto por Chizzotti (2004). O volume urinário foi estimado a partir da relação entre a excreção de creatinina (mg/kg PV) relatada anteriormente e a concentração média de

creatinina (mg/L) na amostra *spot* de urina, multiplicando-se o resultado pelo peso corporal do respectivo animal.

A excreção de derivados de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e alantoína no leite. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de purinas totais (mmol/dia), por meio da equação proposta por Verbic et al. (1990):

$$\mathrm{PA} = \frac{\mathrm{PT} - 0{,}385 \times PV^{0{,}75}}{0{,}85}$$

em que: PA = purinas absorvidas (mmol/dia);
PT = purinas totais (mmol/dia);
0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; e
0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico.

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia), segundo a equação de Chen & Gomes (1992):

$$NM\,(\mathrm{g/dia}) = \frac{70 \times \mathrm{PA}}{0{,}83 \times 0{,}116 \times 1000}$$

assumindo-se o valor de 70 para o conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol); 0,83 para a digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 para a razão N_{PURINA}:N_{TOTAL} nas bactérias.

A eficiência de síntese de proteína microbiana foi obtida pela razão da síntese de proteína microbiana (g/dia) com o consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia).

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N-total) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes), no leite (N-leite) e na urina (N-urina). A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002) e o nitrogênio do leite pelo analisador ChemSpec 150, pelo método enzimático e espectrofotométrico, no Laboratório da Clínica do leite do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, segundo os modelos estatísticos a seguir:

$$\mathbf{Y_{k(ij)}} = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{P_i} + \boldsymbol{A_j} + \boldsymbol{T_{k(ij)}} + \square_{\boldsymbol{k(ij)}},$$

em que:

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

$\boldsymbol{\mu}$ = constante associada a todas as observações;

$\boldsymbol{P_i}$ = efeito do período i, com i = 1, 2, 3, 4;

$\boldsymbol{A_j}$ = efeito do animal j, com j = 1, 2, 3, 4;

$\boldsymbol{T_{k(ij)}}$ = efeito do tratamento k, com k = 1, 2, 3, 4;

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

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG e, para efeito de comparação das médias, quando significativas, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço de nitrogênio foi positivo para todas as dietas avaliadas, ou seja, a quantidade de nitrogênio consumido ou N-ingerido pelos animais foi maior que a excretada nas fezes, na urina e no leite. Isso comprova que não faltou proteína bruta na dieta, no entanto não se pode afirmar que essa proteína foi totalmente metabolizada. O conteúdo de N-ingerido (g/dia) foi menor nas dietas contendo silagem de cana-de-açúcar sem aditivo (348,29) e com 1% óxido de cálcio (352,26), as quais não diferiram entre si (P>0,05). O maior consumo de nitrogênio (P<0,05) foi para a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO (Tabela 3).

Tabela 3. Balanço de nitrogênio, eficiência de utilização do nitrogênio, concentrações e excreções de nitrogênio no leite e na urina de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e óxido de cálcio

Item	Dietas				
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**CV (%)**
N-ingerido, g/dia	348,29 b	381,63 ab	398,69 a	352,26 b	7,68
Excreção total de N (g/dia)					
N-leite	74,17	71,20	79,15	75,74	12,41
N-urina	140,39 ab	162,83 ab	168,21 a	133,90 b	16,16
N-fezes	98,07	94,41	119,06	104,84	21,89
Balanço de nitrogênio (g/dia)	35,66	53,19	32,26	37,78	62,39
Eficiência de utilização de nitrogênio					
Eficiência N	0,21	0,19	0,20	0,22	15,74
Concentrações (mg/dL)					
NUL	22,73 b	30,19 a	23,26 b	19,54 b	17,09
N-ureico na urina	1.188,95	992,10	1.130,89	1.097,96	26,59
Excreções (g/dia)					
NUL	1,24 b	2,24 a	1,49 ab	1,13 b	36,12
N-ureico na urina	229,21	237,70	223,07	212,76	22,07
Ureia na urina	491,12	509,33	477,98	455,89	22,07
Ureia no leite	2,78 ab	4,27 a	3,18 ab	2,49 b	38,51

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. N = nitrogênio; NUL= nitrogênio ureico no leite. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Apesar de as dietas sem aditivo ou com silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO terem proporcionado maior consumo de MS (kg/dia), a quantidade de N-ingerido foi menor, provavelmente porque as dietas formuladas com a silagem com ureia (0,5 ou 1%) tinham maior concentração de nitrogênio.

Os resultados encontrados neste estudo quanto ao consumo de nitrogênio corroboram relatos de Morais et al. (2008) e Carvalho et al. (2011), que avaliaram a cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em dietas para novilhas e observaram redução no consumo de N (g/dia). Segundo esses autores, essa redução pode estar relacionada à modificação dos padrões fermentativos ocasionada pelo uso de óxido de cálcio.

A média encontrada neste estudo para o balanço de nitrogênio ou nitrogênio retido foi de 39,72 g/dia e não diferiu entre as dietas. Esses resultados corroboram os reportados por Carvalho et al. (2011), que, em pesquisa na qual avaliaram o uso de quatro doses de CaO (0; 0,75; 1,5 e 2,25) em dietas contendo cana-de-açúcar para novilhas, encontraram conteúdos de nitrogênio retido de 61,20; 45,40; 21,20 e 16,10 g/dia, respectivamente. Neste estudo, a excreção total de nitrogênio pela urina, por sua vez, foi maior ($P<0,05$) na dieta com a silagem com os dois aditivos juntos (0,5% de ureia + 0,5% de CaO), e menor ($P<0,05$) para a dieta com silagem com 1% de CaO.

A eficiência de utilização de N, que é a razão entre a excreção de nitrogênio no leite e o N ingerido, não diferiu ($P>0,05$) entre as dietas e apresentou valor médio de 0,20, que é baixo se comparado aos valores encontrados na literatura. A eficiência de conversão de nitrogênio alimentar em nitrogênio no leite avaliada por Chase (2003), citado por Pina et al. (2006), em 334 tratamentos, provenientes de 62 pesquisas, é de 0,270. Em sua pesquisa, o autor identificou também diversos fatores que afetam a eficiência de utilização de nitrogênio, entre eles, o cruzamento, a ordem e o estágio de lactação, o conteúdo de proteína do leite, a fonte de carboidratos e a quantidade e qualidade da proteína dietética.

Houve diferença entre as concentrações e as excreções do nitrogênio ureico no leite – NUL, avaliadas em mg/dL e g/dia, uma vez que os maiores valores ($P<0,05$) foram obtidos com o fornecimento da dieta contendo silagem com 1% de ureia (Tabela 3).

Quando fornecida a dieta contendo silagem com 1% de ureia, o valor de NUL foi de 30,19 mg/dL, superior ($P<0,05$) ao obtido com as outras dietas, assim como o conteúdo de ureia excretada no leite ($P<0,05$) (Tabela 3). Embora essa dieta não tenha promovido maior ingestão de nitrogênio, provavelmente houve falta de sincronização entre a utilização da proteína e da energia dietética, o que pode ter causado a maior excreção de nitrogênio ureico no leite. De acordo com o observado por Oliveira et al.

(2001), concentrações de NUL de 24 a 25 mg/dL representariam limites a partir dos quais ocorrem perdas de nitrogênio dietético em vacas leiteiras.

A excreção de ureia na urina não diferiu (P>0,05) entre as dietas, ao contrário da excreção de ureia no leite, que foi maior (P<0,05) quando fornecida a dieta contendo silagem com 1% de ureia e menor quando os animais foram alimentados com a dieta contendo silagem com 1% de óxido de cálcio.

Segundo Valadares et al. (1997), baixas ingestões de compostos nitrogenados possibilitam maior conservação de ureia, ao passo que altas ingestões de nitrogênio ocasionam maior excreção de ureia, e o limite para valores de NUP é de 14 a 16 mg/dL, um pouco abaixo dos valores recomendados por Oliveira et al. (2001), os quais correspondem a máxima eficiência microbiana e representam limites nos quais se iniciam as perdas de proteína dietética. De acordo com Van Soest (1994), aumentos na ingestão de nitrogênio estão associados a maior produção de ureia no fígado e a maior excreção de ureia na urina, enquanto a baixa ingestão conduz a redução na excreção de ureia na urina para manutenção de *pool* de ureia plasmática que está sob controle fisiológico homeostático.

A síntese de nitrogênio e de proteína bruta microbiana (g/dia) e a eficiência microbiana (gPB/kg de NDT) também não diferiram (P>0,05) entre as dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Síntese de nitrogênio (N) e de proteína microbiana (PB) e eficiência microbiana, eficiência alimentar e conversão alimentar em vacas mestiças em lactação alimentadas com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar ureia e óxido de cálcio

Item	**Dietas**				
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**CV (%)**
Síntese de N e PB microbiana (g/dia)					
N-microbiano	133,34	98,11	131,04	140,19	26,51
PB- microbiana	833,39	613,19	809,93	876,25	26,53
Eficiência microbiana (g PB/kg NDT)	108,10	105,50	94,77	105,13	34,82
Eficiência alimentar (kg leite/kg MS)	1,30 ab	1,64 a	1,21 b	1,20 b	19,08
Conversão alimentar (kg MS/kg leite)	0,89 a	0,72 b	0,92 a	0,90 a	13,68

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. NDT = nutrientes digestíveis totais. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

A média determinada para nitrogênio microbiano foi de 125,67 g/dia, valor inferior ao encontrado por Mendonça et al. (2004), de 193 g/dia em vacas consumindo

dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho, e inferior à faixa de 278 a 419 g/dia observada por Valadares et al. (1999), em pesquisa com vacas de alta produção. Sousa et al. (2009) encontraram valor médio de 198,87 g/dia de N-microbiano, que foi semelhante aos obtidos por Mendonça et al. (2004).

Neste estudo, o valor médio obtido para eficiência de síntese microbiana foi de 103,37 g PB mic/kg NDT, similar aos encontrados por Sousa et al. (2009), de 104 g PB/kg de NDT, e situou-se em patamares inferiores ao referenciado pelo NRC (2001), de 130 g PB mic/kg NDT.

Na avaliação da produção de nitrogênio microbiano, a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia foi quantitativamente inferior às demais e promoveu menor percentual de nitrogênio ingerido, resultando em menores valores de síntese de proteína microbiana.

Detmann et. al. (2005) ressaltaram que fermentações extensas de carboidratos podem ocorrer, mas resultam em baixo crescimento microbiano caso os compostos nitrogenados sejam fornecidos de forma inadequada. Em situações de elevada participação do nitrogênio não-proteico sobre a proteína bruta da dieta basal, com limitação da fração proteica de natureza orgânica degradada no rúmen (aminoácidos e peptídeos), o desempenho animal pode ser comprometido.

A síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no rúmen (Clark et al., 1992; NRC, 2001), uma vez que o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o nitrogênio degradável no rúmen (Russell et al., 1992).

A eficiência alimentar; relação entre a quantidade de leite produzido (kg leite/dia) e o consumo de alimento (kgMS/dia); e a conversão alimentar; relação entre o consumo e a produção de leite, foram melhores ($P<0,05$) quando fornecida a dieta com silagem tratada com 1% de ureia, enquanto as demais não diferiram ($P>0,05$) entre si. Neste estudo, este resultado não pode ser considerado positivo, em razão do baixo consumo pelos animais quando alimentados com essa dieta. Se a produção de leite obtida com essa dieta tivesse sido superior à obtida com as demais e o consumo similar, ela seria a melhor quanto à eficiência alimentar e conversão alimentar, mas, ao contrário, o consumo foi baixo, devido à sua baixa palatabilidade. Logo, a qualidade dessa a dieta (com silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de ureia) foi inferior à das demais.

4 CONCLUSÕES

Dietas com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia ou óxido de cálcio (CaO) ou com a combinação de 0,5% de ureia + 0,5% de CaO não influenciam o balanço de nitrogênio nem a produção e eficiência de síntese de proteína microbiana. Em comparação a dietas com óxido de cálcio ou com a combinação de 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio, dietas com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia são menos eficientes quanto ao metabolismo de nitrogênio, devido à maior excreção de nitrogênio ureico e ureia no leite.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.

BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes protéicas sobre a excreção de creatinina, de uréia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.870-877, 2006.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; DETMAN, E.; SILVA, R.R.; PEREIRA, M.L.A.; SANTOS, A.B.; PEREIRA, T.C.J. Metabolismo de nitrogênio em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.3, p.622-629, 2011.

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

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; CUNHA, M.; DETMANN, K.S.C.; PAULINO, M.F. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.130-138, 2009.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, 1992. 21p. (Occasional publication).

CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. 2004. 141p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; LANA, R.P.; LEÃO, M.I.; MELO, A.J.N. Simulação e validação de parâmetros da cinética digestiva em novilhos mestiços suplementados a pasto, por intermédio do sistema in vitro de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 34, nº 6, p. 2112-2122, 2005.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VALADARES FILHO, S.C.; EUCLIDES, R.F.; LANA, R.P.; QUEIROZ, D.S. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.

DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do "vício de tempo" de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. VALADARES, R.F.D.; SOARES, C.A.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; ASSIS, A.J.; PEREIRA, M.L.A. Balanço de compostos nitrogenados, produção de proteína microbiana e concentração plasmática de ureia em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 33, n. 2, p. 493-503, 2004.

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

MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, H.B.K. et al. Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio fornecida com diferentes níveis de concentrado para novilhas de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1293-1300, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** Seventh Revised Edition, Washinton-D.C., 2001, 381 p.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de ureia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Síntese de proteína microbiana e concentração de ureia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1552-1559, 2006.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SANTOS, S.A.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Balanço de nitrogênio em fêmeas leiteiras em confinamento alimentadas com concentrado à base de farelo de soja ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1135-1140, 2010.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 3. ed. 2002. 235 p.

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

SNIFFEN, C.J. 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.

SOUSA, D.P.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.VALADARES, R.F.D.; SEDIYAMA, C.A.Z.; CRUZ, J.C.C. Parâmetros fermentativos, produção de proteína microbiana, concentração de ureia no leite e no plasma e balanço de nitrogênio de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com caroço de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.10, p.2063-2071, 2009.

VAGNONI, D.B.; BRODERICK, M.K.; CLAYTON, R.D. et al. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1695-1702, 1997.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VALADARES, R.F.D.; CONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos.4. Concentrações de amônia ruminal e ureia plasmática e excreção de ureia plasmática e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p. 1270-1278, 1997.

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

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings…** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

VI - CAPÍTULO IV

COMPORTAMENTO INGESTIVO EM VACAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADA COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO

Resumo: Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar sem aditivo (controle) ou silagem tratada com 1% de ureia; 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio (CaO); ou 1% de CaO. O experimento foi conduzido no setor de bovinocultura do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus* Salinas utilizando-se a variedade da cana-de-açúcar SP 79-1011. Foram utilizados dois quadrados latinos 4 × 4, compostos de quatro animais, quatro dietas e quatro períodos experimentais. Cada período experimental foi constituído de 15 dias, de modo que os 12 primeiros dias foram destinados à adaptação dos animais às condições experimentais e os três últimos, à coleta de dados. No 14º dia de cada período experimental, as vacas foram mantidas em observação para avaliação do comportamento ingestivo durante 24 horas. O comportamento de cada vaca foi determinado visualmente, em intervalos de 5 minutos, para determinação do tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio. No mesmo dia, os animais foram observados por três períodos de duas horas (das 9:00 às 11:00; das 13:00 às 15:00; e das 17:00 às 19:00) para registro do número de mastigações merícicas e do tempo de mastigação por bolo ruminal, avaliado em três bolos ruminais por animal. Houve diferença no tempo em ócio (minutos/dia) e na duração dos períodos em ócio, que foram maiores quando os animais foram alimentados com a dieta com silagem tratada com 1% de ureia. O número de períodos em ócio, no entanto, foi maior para a dieta com 1% CaO e menor para as dietas com silagem sem aditivo ou com 0,5% ureia + 0,5% de CaO, as quais não diferiram entre si. A dieta controle, sem aditivo, proporcionou maior tempo de mastigação, e a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia apresentou menor tempo de mastigação. Em relação ao consumo de MS, as dietas com silagem de cana-de-açúcar tratadas com CaO apresentaram maior consumo, e a de menor consumo foi a a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. O

consumo de FDN foi maior para a dieta contendo silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO e menor para a dieta com silagem com 1% de ureia. De forma inversa, o tempo para o consumo de matéria seca (TCMS, min./kg) foi maior para a dieta com 1% de ureia e o menor para a dieta com silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO. Houve diferença na mastigação total da matéria seca (MTMS), tanto em min./kg quanto em kg/MS/refeição, uma vez que os maiores valores foram observados quando fornecida a dieta com silagem com 1% de ureia e os menores, quando fornecida a dieta com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO. A dieta contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de ureia, em comparação às demais dietas, promove os piores resultados de comportamento ingestivo em vacas mestiças lactantes.

Palavas-chave: aditivos, bovinos leiteiros, consumo, ensilagem, etologia.

VI - CHAPTER IV

INGESTIVE BEHAVIOR IN COWS FED DIETS CONTAINING SUGAR CANE WITH UREA AND CALCIUM OXIDE

Abstract: This study aimed to evaluate the feeding behavior of lactating crossbred cows fed diets with diets containing sugar cane without additive (control) or silage treated with 1% urea, 0.5% urea + 0.5% calcium oxide (CaO), or 1% CaO. The experiment was carried out at the Federal Institute of cattle in northern Minas Gerais - *Campus* Salinas. The variety of sugar cane used was SP 79-1011. We used two 4 x 4 Latin squares, each consisting of four animals, four diets and four experimental periods. Each experimental period consisted of 15 days, the last three days for the data collection. The cows were submitted for evaluation to the observation of ingestive behavior on day 14 of each experimental period for 24 hours. The behavior of each cow was determined visually in 5 minute intervals to determine the time spent eating, ruminating and idling. On the same day the animals were observed for three periods of two hours (9:00 to 11:00; 13:00 to 15:00 and 17:00 to 19:00 hours), was recorded when the number of chews and chewing time by ruminal bolus, in three ruminal bolus per animal. Was no difference in time spent on leisure time (minutes / day), which was higher for silage diet with 1% urea, and lower for silage in the diet (0.5% urea + 0.5% CaO). The duration of the idle was higher for diets with silage sugar cane with 1% urea or 0.5% urea + 0.5% CaO, and lower for the diet with 1% CaO. The number of idle period was higher for the diet with 1% CaO, and lower for diets with silage without additive or with 0.5% urea + 0.5% CaO, which did not differ. The control diet without additives gave better chewing time, and dieting silage cane sugar with 1% urea had lower chewing time. Regarding the intake, diets with silage cane sugar treated with CaO showed higher consumption and lower consumption was aa silage diet with cane sugar with 1% urea.NDF intake was higher for silage diet with 0.5% urea + 0.5% CaO and lower for the diet with sugar cane silage with 1% urea. Conversely, the time to dry matter intake (TCMS, min. / Kg) was higher for the diet with 1% urea and lower for silage diet with 0.5% urea + 0.5% CaO. Differences in chewing total dry matter (MTMS, min./ Kg) which was higher for silage diet with sugar cane with 1% urea and lower for diets with 0.5% urea + 0, 5% CaO. The

amount of kg/ DM/meal was also higher for the diet with silage sugar cane with urea and 1% lower for diets with CaO. A diet containing silage sugar cane treated with 1% urea, compared to the other diets, promotes the worst results of feeding behavior in lactating crossbred cows.

Keywords: additives, dairy cattle, consumption, insilage, ethology.

1 INTRODUÇÃO

A conservação de forragens para vacas em lactação no período seco (outono e inverno) em regiões semiáridas, onde a ausência de chuvas se prolonga por mais de seis meses, é inevitável. Mesmo nas criações de animais de menor produção, é necessária a suplementação, uma vez que os pastos não atendem às exigências mínimas de mantença e produção no período de estiagem.

A ensilagem da cana-de-açúcar é um recurso forrageiro de grande potencial, pois a cana-de-açúcar tem uma grande produção de biomassa por unidade de área e bom valor nutritivo, com elevados teores de sacarose no período seco. Ressalta-se que a ensilagem da cana-de-açúcar tem sido apontada como alternativa de volumoso suplementar quando há limitações no corte diário. Assim, é indicada principalmente para melhoria da operacionalidade, principalmente em suplementações de rebanhos maiores. Apesar dos problemas relacionados à fermentação alcoólica e às perdas de nutrientes na ensilagem da cana-de-açúcar, estudos comprovam a viabilização dessa técnica pelo uso de aditivos químicos, que minimizam as perdas de nutrientes e podem, inclusive melhorar a qualidade da fibra (Amaral et al., 2009). O consumo voluntário de matéria seca é limitado quando a cana-de-açúcar é fornecida *in natura*, pois sua fibra é de baixa degradabilidade, o que leva a um rápido enchimento físico do rúmen (Carmo et al., 2001). O uso de aditivos químicos na ensilagem é importante, pois permite reduzir a fermentação alcoólica, além de permitir a solubilização dos componentes da fibra da cana-de-açúcar, melhorando assim a digestibilidade e o consumo pelo animal. No entanto, alguns aditivos podem inibir o consumo, pois alteram o sabor ou o odor dos alimentos e, consequentemente, o comportamento alimentar.

De acordo com Alves et al. (2010), o consumo de matéria seca é primordial para uma resposta produtiva adequada, pois é o principal determinante da quantidade de nutrientes, especialmente energia e proteína, que estarão disponíveis para atendimento

das exigências de mantença e produção. Dessa forma, a avaliação do comportamento ingestivo dos animais é importante para avaliação do consumo, por meio da observação do número e do tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio. Quanto maior o número de vezes que o animal procura o cocho para se alimentar, maior será o consumo. Ao contrário, quanto maior o tempo em ócio, menor o consumo. O tempo despendido com a ruminação indica, por sua vez, a qualidade do alimento ou a digestibilidade, pois, se este tempo for muito grande, é porque o alimento demorou para ser degradado no rúmen, logo, o consumo também será menor.

Nesta pesquisa, objetivou-se avaliar parâmetros do comportamento ingestivo dea vacas mestiças em lactação alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de junho a setembro de 2011 no setor de bovinocultura do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - *Campus* de Salinas, localizado na Fazenda Varginha, km 02 Rodovia Salinas/Taiobeiras. O município de Salinas está situado na região norte do estado de Minas Gerais, com latitude de 16°09′12″ Sul, longitude de 42°18′29″ Oeste e altitude de 475 m. A temperatura média anual no município é de 22,4 ºC e a precipitação pluviométrica anual média, de 700 mm.

Os animais utilizados foram oito vacas mestiças 1/2 Holandês × Gir, com produção média de 15 kg de leite/dia e período de lactação de aproximadamente 100 dias, distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4. Cada quadrado latino foi composto de quatro vacas, quatro períodos e quatro dietas contendo silagem de cana-de-açúcar: sem aditivo (controle); com 1% de ureia; com 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio (CaO); com 1% de CaO.

As silagens de cana-de-açúcar foram produzidas em maio de 2011. A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade SP 79-1011, com um rendimento de 140 t/ha/ano, no terceiro corte. A ensilagem foi realizada quando a cana-de-açúcar atingiu teor médio de açúcar de 18° brix. A cana-de-açúcar foi cortada manualmente no campo, sem a despalha, e picada em ensiladeira de forragem estacionária, acoplada ao trator. Posteriormente, a cana-de-açúcar picada foi transportada para o local destinado à confecção dos silos de superfície. Foram feitos quatro silos de superfície: no primeiro,

não foi utilizado nenhum aditivo; no segundo, foi adicionado 1% de ureia na matéria natural, a seco; no terceiro, 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio; e, no quarto silo, foi adicionado 1% de CaO. Após a mistura dos aditivos químicos, em camadas de 30 cm, foi feita a compactação do silo com trator, obtendo-se ao final uma densidade de 500 kg/m³. O silo foi coberto com lona dupla-face e vedado nas laterais com terra. As silagens foram mantidas armazenadas por um período de 60 dias.

O experimento teve duração de 60 dias, divididos em quatro períodos de 15 dias. As vacas foram mantidas, durante o experimento, confinadas em baias individuais de 20 m², providas de cocho coberto e bebedouros individuais. As dietas (Tabela1) foram formuladas para ser isonitrogenadas e atender às exigências de mantença e produção, conforme equações descritas pelo NRC (2001). A ração completa, com proporção volumoso:concentrado (55:45), foi fornecida duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00, e a ordenha das vacas foi realizada duas vezes ao dia, às 7:30 e às 15:30, em ordenhadeira mecânica.

Tabela 1. Composição química das silagens de cana-de-açúcar dos alimentos concentrados

	Alimentos					
Nutrientes (%MS)	**Sem aditivo**	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**Fubá de milho**	**Farelo de soja**
MS	22,51	21,99	22,89	23,40	87,64	86,43
PB	5,5	14,0	9,5	4,3	8,50	46,00
FDN	75,96	67,79	63,52	63,49	11,61	14,83
FDA	55,94	44,21	47,36	47,64	4,13	9,42
LIG	8,95	8,51	7,96	7,44	1,10	2,29
EE	1,76	1,11	1,74	1,74	4,01	1,57
NDT[1]	42,97	46,76	47,08	47,64	85,65	81,04
CNF	10,09	4,37	15,14	21,01	42,20	28,40
CT	84,50	70,99	78,96	83,50	84,10	79,87
PIDN	4,09	5,06	5,22	2,74	2,15	6,58
CINZAS	6,71	4,46	6,85	9,45	1,39	7,01

[1] Estimado segundo NRC (2001); sem aditivo = =silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; LIG = lignina; EE = extrato etéreo; e NDT = nutrientes digestíveis totais[1]; CNF = carboidratos não–fibrosos; CT = carboidratos totais; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro.

As oito vacas foram submetidas à observação para avaliação do comportamento ingestivo durante 24 horas de cada período experimental, após o período de adaptação. No mesmo dia, foram realizadas as contagens do número de mastigações merícicas e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, com a

utilização de um cronômetro digital. A observação de cada animal foi feita em intervalos de 5 minutos, para avaliação dos tempos despendidos com alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO) e a quantidade de períodos em alimentação (NPA), ruminação (NPR) e ócio (NPO). Os valores do tempo despendido e do número de mastigações merícicas por bolo ruminal foram obtidos a partir das observações feitas durante a ruminação de três bolos, em três períodos do dia das 9:00 às 11:00; das 13:00 às 15:00 e das 17:00 às 19:00 (Bürger et al., 2000).

Durante a observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial. O tempo de mastigações merícicas foi obtido mediante a multiplicação do tempo médio de ruminação pelo número de mastigações merícicas por minuto. O número médio de bolos ruminados diário foi obtido pela divisão do tempo médio de ruminação, nas 24 horas do dia, pelo tempo médio de mastigações por bolo. A partir desses dados, foram calculadas também as durações do período de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO), em minutos por período. Os consumos, as ruminações e mastigações de matéria seca e fibra em detergente neutro foram calculados em minutos/kg (Bürger et al., 2000).

As eficiências de alimentação e ruminação (EAL e ER), o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total por dia (TMT) e o número de mastigações merícicas por dia (NM/dia) também foram obtidos, segundo a técnica descrita por Bürger et al. (2000). Foram avaliados também a eficiência de alimentação da matéria seca (EAL_{MS}) e da fibra em detergente neutro (EAL_{FDN}), eficiência da ruminação da dieta total (ERU), eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro (ERU_{FDN}), gramas de matéria seca por bolo, (GMS_{BOLO}) e de FDN ($GFDN_{BOLO}$).

As amostras do fornecido, das sobras e das fezes foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 ºC por 72 horas, e posteriormente, processadas em moinho tipo Willey, com peneiras de malha de 1 mm, para análise da composição química (Tabela 2). As análises de matéria seca, proteína bruta, lignina, fibra em detergente ácido, extrato etéreo, matéria orgânica e cinzas foram realizadas conforme procedimentos descritos por Siva & Queiroz (2002). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados segundo recomendações de Mertens (2002). As correções quanto aos teores de cinzas e proteína contidos na FDN e na FDA foram conduzidas conforme recomendações de Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente. Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que:

$$CT = 100 – (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos foram obtidos subtraindo-se dos CT a fração FDN. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), porém utilizando a FDN e os CNF corrigidos para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED,$$

em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFD = CNF digestíveis; e EED = EE digestível.Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados dos alimentos e dietas totais foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Tabela 2. Percentual dos ingredientes, proporção volumoso:concentrado e composição química das dietas

Composição em ingredientes das dietas (% MS)				
Item	**Sem aditivo**	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo	54,21	-	-	-
Silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia	-	55,15	-	-
Silagem de cana-de-açúcar 0,5% ureia + 0,5% CaO	-	-	54,67	-
Silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia	-	-	-	54,21
Total concentrado, % MS	45,79	44,85	45,33	45,79
Volumoso:concentrado	54:46	55:45	55:45	54:46
	Composição química das dietas			
Matéria seca (% MS)	52,03	51,44	52,51	52,51
Matéria orgânica[1]	92,28	94,22	90,92	88,91
Proteína bruta[1]	14,08	14,58	14,20	13,44
NIDN[2]	11,42	10,12	9,20	12,22
NIDA[2]	7,07	6,37	6,21	7,14
Extrato etéreo[1]	2,14	1,94	2,29	2,13
Carboidratos totais[1]	72,69	69,38	72,12	71,85
CNF[1]	29,64	29,34	32,03	34,49
FDNcp[1]	43,05	40,04	40,09	37,35
Fibra em detergente ácido[1]	35,86	34,73	33,34	31,36
Lignina[1]	5,14	4,92	4,54	4,32
Nutrientes digestíveis totais[3] (%)	60,40	57,78	59,43	59,29

[1] Porcentagem da matéria seca; [2] Porcentagem do nitrogênio total; [3] Estimado segundo NRC (2001); Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido; CNF = carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinza e proteína; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína.

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância segundo os modelos estatísticos a seguir:

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

em que:

$Y_{k(ij)}$ = observação referente ao tratamento k, dentro do período i e animal j; **μ** = constante associada a todas as observações; P_i = efeito do período i, com i = 1, 2, 3, 4; A_j = efeito do animal j, com j = 1, 2, 3, 4; $T_{k(ij)}$ = efeito do tratamento k, com k = 1, 2, 3, 4; $\square_{k(ij)}$ = erro experimental associado a todas as observações ($Y_{k(ij)}$) independentes e que por hipótese, tem distribuição normal com média zero e variância σ^2.

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG e, para efeito de comparação das medias, quando significativas, será utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros do comportamento ingestivo relacionados às atividades de alimentação, ruminação e ócio comprovaram que não houve diferença (P>0,05) nos tempos totais despendidos com alimentação (TA) e ruminação (TR), em minutos/dia; no número de períodos em alimentação (NPA) e ruminação (NPR); e na duração dos períodos de alimentação (DPA) e ruminação (DPR), em minutos/período (Tabela 3).

Tabela 3. Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio

	Silagens				
Atividade	**Sem aditivo**	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**CV (%)**
TA (minutos/dia)	326,88	276,25	291,88	323,75	15,30
TR (minutos/dia)	531,25	453,13	520,63	498,75	13,17
PO (nº/dia)	25,13 b	26,25 ab	24,50 b	28,88 a	9,66
DPA (min.)	21,40	18,21	18,13	18,71	18,40
DPR (min.)	34,11	25,94	32,61	27,79	19,53
DPO (min.)	23,39 ab	27,15 a	25,62 a	21,01 b	4,18

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO. TA = tempo despendido em alimentação; TR = tempo desependido em ruminação; TO = tempo despendido em ócio; PA = períodos de alimentação; PR = períodos de ruminação; e PO = períodos em ócio; DPA = duração dos períodos de alimentação; DPR = duração dos períodos de ruminação; DPO = duração dos períodos de ócio.

Houve diferença (P<0,05) no tempo despendido em ócio (TO) (704,38 min/dia), que foi maior quando fornecida a silagem com 1% de ureia, e menor (578,75 min/dia) quando os animais foram alimentados com a silagem com 0,5% ureia + 0,5% de CaO. O maior tempo despendido em ócio pode estar relacionado ao menor consumo dos animais quando utilizado 1% de ureia na silagem de cana-de-açúcar. Esses dados corroboram os observados por Schmidt et al. (2007), que encontraram valores médios de 3,84 horas para o tempo despendido em alimentação; 8,66 horas para o tempo em ruminação; e 11,31 horas para o tempo em ócio quando avaliaram o comportamento ingestivo de bovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

A duração do período de ócio (DPO) foi maior (P<0,05) quando os animais receberam as dietas com silagens de cana-de-açúcar tratadas com 1% de ureia ou 0,5% ureia + 0,5% de CaO (27,15 e 25,62 min.) em comparação à silagem com 1% de CaO (21,01 min.). Ao contrário, o número de períodos em ócio foi maior (P<0,05) quando fornecida a dieta com silagem com 1% CaO (28,88 nº/dia) em comparação às dietas com silagem controle, sem aditivo (25,13/dia), ou com 0,5% ureia + 0,5% de CaO (24,50/dia) respectivamente, as quais não diferiram entre si (P>0,05). Diante desses resultados, é importante ressaltar que essas variáveis comportamentais de duração e número de períodos de alimentação, ruminação e ócio devem ser relacionadas ao tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio, e não avaliadas isoladamente, pois a dieta com silagem com 1% de ureia resultou em maior tempo, maior duração e maior número de períodos de ócio, portanto, ocasionou também menor consumo.

Resultados diferentes dos encontrados neste estudo foram relatados por Martins et al. (2012). Esses autores estudaram o comportamento ingestivo de vacas em lactação mantidas com dietas contendo diferentes volumosos, entre eles, cana-de-açúcar com proporção 50:50 volumoso:concentrado, e encontraram valores semelhantes para os tempos de alimentação (282,50 minutos/dia), ruminação (506,25 minutos/dia) e ócio (651,25 minutos/dia) e menores valores para os períodos em alimentação (12,63), ruminação (13,63) e ócio (21,13) e maior duração dos períodos em alimentação (22,75), ruminação (37,93) e ócio (31,40).

O tempo de mastigação total (TMT) foi maior (P<0,05) para a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar sem aditivo e menor para a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia (Tabela 4). Não houve diferença (P>0,05) entre as dietas quanto ao número de bolos ruminados/dia, ao número de mastigações merícicas/dia, ao tempo

de mastigações merícicas/bolo e ao número de mastigações merícicas por bolo. O maior tempo total despendido em mastigação quando fornecida a dieta com silagem de cana-de-açúcar sem aditivo pode ter sido devido à perda de carboidratos não-fibrosos, que fez com que se concentrasse a FDN (Tabela 2), que está diretamente relacionada ao consumo e ao tempo de ruminação. Sabe-se que a fibra da cana-de-açúcar é de baixa digestibilidade, devido ao complexo lignocelulósico, que forma uma barreira para os microrganismos que degradam a fibra no rúmen. No caso das dietas com óxido de cálcio, apesar da melhoria na qualidade da fibra, não houve redução no tempo de mastigação total, já que o período de ócio teve menor duração. O óxido de cálcio é um aditivo alcalino que age solubilizando a fibra, tornando-a mais acessível aos microrganismos. Já a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia apresentou menor TMT, devido o seu baixo consumo, evidenciado pelo maior tempo, número e duração do ócio.

Os resultados obtidos para as variáveis NBRnd, MMnd, MMtb, NM/bolo relacionadas à ruminação ou mastigação merícica não apresentaram diferença entre as dietas, o que já era esperado, uma vez que as dietas eram bem parecidas quanto ao volumoso e à proporção volumoso:concentrado (Tabela 1).

Tabela 4. Variáveis do comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio

Variáveis	Dietas				
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**CV %**
TMT (h/dia)	14,31 a	12,16 b	13,54 ab	13,73 ab	10,65
NBR_{nd}(nº/dia)	457,04	530,02	651,76	621,91	17,28
MM_{nd}(nº/dia)	28038,41	23017,49	27257,78	26008,30	17,12
MM_{tb} (s/dia)	56,19	51,01	57,78	53,19	17,78
NM/bolo (nº)	49,92	43,18	50,54	46,56	21,02

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. TMT = tempo de mastigação total; NBR = número de bolos ruminados; MM_{nd} = número de mastigações merícicas diário; MM_{Tb}tempo de mastigações merícicas por bolo; NM/bolo = número de mastigações por bolo.

Martins et al. (2012) encontraram valores próximos aos encontrados neste estudo, de 13,14 horas para o TMT; 543,65 para o NBRnd; 28.626,99 para MMnd; 57,63s MMtb e 54,50 NM/bolo na avaliação do comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* em uma relação volumoso:concentrado 50:50.

Sousa et al. (2009) também avaliaram dietas com cana-de-açúcar, porém encontraram maior número (33.335,00) de mastigações merícicas no dia em relação ao

valor médio (26.080,60) encontrado neste estudo. O número de mastigações merícicas no dia pode estar negativamente correlacionado ao consumo, no entanto, não pode ser considerado para a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia, pois, como foi discutido anteriormente, essa dieta com 1% de ureia na silagem teve menor aceitabilidade pelos animais. O consumo de matéria seca (CMS, g/dia) foi maior (P<0,05) para a dieta com silagem de cana-de-açúcar com CaO e menor para aquela contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. O consumo de FDN foi maior (P<0,05) para a dieta contendo silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO e menor para a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia (Tabela 5). Esses dados confirmam os resultados descritos nas Tabelas 3 e 4, relacionados aos parâmetros comportamentais observados em relação ao TO, NPO, DPO e ao TMT.

De forma inversa, o tempo gasto com o consumo de matéria seca (TCMS) foi maior quando fornecida a silagem com 1% de ureia e menor quando os animais foram alimentados com a silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO (Tabela 5).

Tabela 5. Parâmetros do comportamente ingestivo de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio

	Dietas				
Variáveis	**Sem aditivo**	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**CV%**
CMS (g/dia)	11895,75 ab	9687,99 b	13041,49 a	13180,29 a	18,71
CFDN (g/dia)	6890,92 ab	5528,41 b	7129,80 a	6760,39 ab	17,00
TCMS (min./kg)	27,49 ab	31,83 a	22,64 b	25,18 ab	23,02
TCFDN min./kg)	47,60	55,43	41,28	49,46	19,52
TRMS (min./kg)	44,98	49,63	40,21	38,76	19,12
TRFDN min./kg)	77,52	86,46	73,37	75,90	16,34
TMTMS (min./kg)	72,45 ab	81,46 a	62,86 b	63,93 ab	18,16
GMS/bolo	21,05	18,21	24,13	23,55	19,69
GFDN/bolo	12,15	10,33	13,29	12,06	20,37
EAL (gMS/h)	2226,16	2066,69	2831,38	2499,71	23,02
EAL_{FDN} (gFDN/h)	1295,31	1174,01	1549,05	1285,86	21,87
ERU (gMS/h)	1352,26	1274,26	1520,25	1608,78	17,71
ERU_{FDN} (gFDN/h)	783,02	725,33	831,81	823,86	16,39

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância. CMS = consumo de matéria seca; CFDN = consumo de FDN; TCMS = tempo para consumo de matéria seca; TRMS = tempo para ruminação da matéria seca; TRFDN = tempo para ruminação da fibra em detergente neutro; TMTMS = tempo de mastigação total da matéria seca; GMS/bolo = grama de matéria seca por bolo ruminado; GFDN/bolo = grama de fibra em detergente neutro por bolo ruminado; EAL = eficiência de alimentação da matéria seca; EAL_{FDN} = eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro; ERU = eficiência da ruminação da dieta total; ERU_{FDN} = eficiência de ruminação da FDN.

Igualmente, houve diferença (P<0,05) no tempo de mastigação total da matéria seca (TMTMS), que também foi maior para a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia e menor para as dietas com silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO.

Esses resultados associados aos consumos de MS e FDN indicam que a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia foi inferior às demais, porque, além de reduzir o consumo, provocou baixa eficiência de ingestão do alimento.

Não houve diferença (P>0,05) no comportamento observado para consumo de TFDN (min./kg), ruminação da matéria seca (RMS min/kg), ruminação da fibra em detergente neutro (RFDN min./kg), grama de matéria seca por bolo ruminado (GMS/bolo), grama de fibra em detergente neutro por bolo ruminado (GFDN/bolo), eficiências de alimentação da matéria seca (EAL) e da fibra em detergente neutro (EAL_{FDN}), eficiência da ruminação da matéria seca (ERU), eficiência de ruminação da FDN (ERU_{FDN})

Schmidt et al. (2007) não encontraram diferenças nos tempos despendidos no consumo de MS (32,90 min./kg) e FDN (62,30 min./kg), nos tempos despendidos em ruminação da (97,90 min./kg) e FDN (143,80 min./kg) nem nos tempos totais de mastigação da MS (108,40 min./kg) e FDN (206,10 min./kg) em experimento realizado com bovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e biológicos. Quantitativamente, os dados encontrados por esses autores foram maiores que os encontrados neste estudo, logo, obtiveram menores eficiências de alimentação e ruminação da MS e FDN.

De acordo com Van Soest (1994), o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Em comparação aos dados de comportamento citados por esses autores, as dietas utilizadas neste estudo foram mais eficientes na solubilização dos componentes fibrosos, que, por sua vez, contribuiu para melhor eficiência de alimentação e ruminação.

À medida que aumenta o tempo gasto para o consumo de MS e FDN, diminui-se a eficiência de alimentação desses componentes. Assim, pode-se inferir que, quantitativamente, a eficiência de ruminação da FDN e da MS para as dietas que utilizaram o CaO foi maior que aquela tratada com 1% de ureia.

4 CONCLUSÕES

Em comparação às demais dietas avaliadas, a dieta com silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de ureia tem baixa aceitação por vacas em lactação, tendo em vista o maior tempo, número e duração do ócio e o baixo consumo observado, que indicam baixa palatabilidade da dieta.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.F.; HATAMOTO, ZERVOUDAKIS, L.K.; CABRAL, L.S.; LEONEL, F.P.; PAULA, N.F. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.532-540, 2010.

AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; MENDES, C.Q.; GASTALDELLO JÚNIOR, A.L. Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413 – 1421, 2009.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, J.F.C. da; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.236-242, 2000.

CARMO, C.A.; BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P. ZEOLA, N.M.B. Degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar (Saccharum spp) com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.2126-2133, 2001.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

MARTINS, S.C.S.G.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CALDEIRA, L.A.; BARROS, I.C.; SILVA, G.W.V.; COSTA, M.D.; PALMA, M.N.N.; SOUZA, A.S. Comportamento ingestivo de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 19, n.1, p.13-20, jan./abr., 2012.

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

NATIONAL RESEARCH COUNSIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh Revised Edition, Washinton-D.C., 2001, 381 p.

SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.F.; PAZIANI, S.F.; WEHALER, F.S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem da cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007 supl.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

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

SOUSA, D. de P.; CAMPOS, J.M. de S.; VALADARES FILHO, S. de C.; LANA, R. de P.; SEDIYAMA, C.A.Z.; NETO, J.M. 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**, v. 38, n. 10, p. 2053-2062, 2009.

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

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings…** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

VII - CAPÍTULO V

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE VACAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADAS COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO

Resumo: Objetivou-se avaliar os efeitos da alimentação de vacas lactantes com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio sobre o perfil de ácidos graxos (AG) do leite. Foram avaliadas quatro silagens de cana-de-açúcar: sem aditivo (controle); com 1% de ureia; com 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio (CaO); com 1% de CaO, com base na matéria natural. O experimento foi realizado no setor de bovinocultura do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus* Salinas, utilizando-se oito vacas mestiças Holandês x Gir distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4, compostos de quatro animais, quatro períodos e quatro dietas. O experimento teve duração de 60 dias, divididos em quatro períodos de 15 dias. As dietas foram formuladas segundo o NRC (2001) para ser isonitrogenadas e para atender a uma produção de 15 kg de leite/dia. Os animais foram confinados em baias individuais e alimentados com uma dieta formulada com relação volumoso:concentrado de aproximadamente 55:45. As análises do perfil de ácidos graxos da gordura do leite foram realizadas por meio de cromatografia em fase gasosa e os picos, identificados por comparação dos tempos de retenção de padrões ao das amostras. Não houve diferença (P>0,05) no somatório de ácidos graxos saturados (AGS), diferente do somatório de ácidos graxos monoinsaturados (AGM), que foi maior (P<0,05) para a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. O somatório de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), por sua vez, foi maior para a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO. Os ácidos graxos láurico (C12:0) e palmítico (C16:0) no leite foram mais frequentes quando os animais foram alimentados com a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO. As proporções dos ácidos esteárico (C18:0) e oleico (C18:1 n-c9) foram maiores quando fornecidas as dietas sem aditivo ou

com 1% de ureia e menores quando fornecidas as dietas com CaO (0,5% e 1%). O leite obtido com a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO apresentou maior proporção dos ácidos AGS de cadeia longa o C20:0 e o C22:0, do ácido miristoleico (C14:1), do linolênico (C18:3 n-6), dos ômegas 3 (n-3), do ClA e seus isômeros C18:2 c9t11 e C18:2 c12t10 e do seu precursor, o ácido vacênico (C18:1 n-t7). Essa dieta (1% CaO) promoveu também melhor razão entre ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados (AGPI/AGS) e diferiu das demais dietas. Os melhores índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) foram observados para a dieta com silagem com 1% de ureia e as maiores proporções de AGPI, para aquela com 1% de CaO. A atividade da enzima Δ^9-dessaturase na glândula mamária foi maior para o ácido miristoleico (14:1n-9c) e para o ácido palmitoleico (C16:1 n-9c) quando fornecida a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. Entre as dietas avaliadas, aquela contendo 1% de CaO foi a melhor, por ter resultado em maiores proporções de AGPI, ômega 3 e CLA e seus isômeros no leite.

Palavas-chave: aditivos, bovinos leiteiros, CLA, qualidade nutricional, ômega3, *Saccharum officinarum*

VII - CHAPTER V

FATTY ACID PROFILE OF MILK FROM COWS FED DIETS CONTAINING SUGAR CANE SILAGE TREATED WITH UREA AND CALCIUM OXIDE

Abstract: This study aimed to evaluate the effects of feeding lactating dairy cows diets based on silage sugar cane treated with urea and calcium oxide on the profile of fatty acids (FA) in milk. We evaluated four silages sugar cane: no additive (control) and with 1% urea, 0.5% urea + 0.5% calcium oxide (CaO), with 1% CaO, with in natural matter. The experiment was carried out at cattle sector of the Federal Institute of the North of Minas Gerais - *Campus* Salinas. Eight crossbred cows (HO x Gir) arranged in two 4 x 4 Latin square design (four animals, four periods, four diets) were used. The experiment lasted 60 days divided into four periods of 15 days. Diets were formulated according to NRC (2001) to be isonitrogenous and to produce 15 kg of milk / day. The animals were housed in individual stalls and fed a diet containing a roughage: concentrate ratio of approximately 55:45. The analyses of fatty acids of milk fat were carried out by gas chromatography and the peak identified by comparison of retention times of standards with the samples. There was no difference (P> 0.05) for the sum of saturated fatty acids (SFA), however, the sum of monounsaturated fatty acids (MFA) was higher (P <0.05) for the diet with sugar cane silage with 1% urea, and as the sum of polyunsaturated fatty acids (PUFA) was higher for with diet sugar cane silage with 1% CaO. Fatty acids lauric (C12: 0) and palmitic (C16: 0) were higher for the diet with sugar cane silage with 0.5% urea + 0.5% CaO. The proportion of stearic acid (C18: 0) and oleic acid (C18: 1 n-C9) were higher for diets without additive or with 1% urea and lower in the diets with CaO (0.5% and 1%). The diet with sugar cane silage with 1% CaO showed higher proportion of long chain fatty AGS the C20: 0 and C22: 0, myristoleic acid (C14: 1), linolenic acid (C18: 3 n-6) of the omega 3 (n-3) and CLA its isomers C18: 2c9t11 and C18: 2 c12t10 and its precursor, vaccenic acid (C18: 1 n-t7). That diet (1% CaO) also showed better ratio between saturated fatty acids and polyunsaturated acids (SFA/PUFA), and differed from the other diets. The best index of atherogenicity (IA) and thrombogenicity (IT)

were for silage with 1% urea, while the highest proportions of PUFA for the one with 1% CaO. The activity of the enzyme Δ^9-desaturase in the mammary gland was greatest for myristoleic acid (14:1 n-9c) and palmitoleic acid (C16: 1 n-9c) in the diet with sugar cane silage with 1% urea. Amongst the evaluated diets, the best one was that used 1% CaO in sugar cane silage because it provided higher proportions of PUFA, omega 3 and CLA and its isomers.

Keywords: additives, dairy cattle, CLA, nutrition quality, omega 3, *Saccharum officinarum L.*

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, existe grande demanda por produtos nutricionalmente saudáveis. É de conhecimento geral a importância do leite na alimentação de crianças, adultos e idosos, devido ao alto valor nutritivo e biológico de seus nutrientes. O leite é um dos alimentos mais completos da natureza e sua importância está relacionada ao seu elevado valor nutritivo, com alto teor de proteínas, vitaminas, gorduras e sais minerais, cálcio, tiamina, niacina e magnésio (Almeida et al., 1999; Tamanini et al., 2007; Garcia et al., 2000). 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 desses ácidos graxos são apontados como precursores do colesterol sanguíneo de baixa densidade (LDL), responsável por doenças cardiovasculares (Parodi, 1999). Assim, é interessante aumentar a participação de ácidos graxos de cadeia longa, mono e poli-insaturados na composição da gordura do leite, pois esses ácidos graxos possibilitam reduzir a incidência de doenças coronarianas, com o aumento do colesterol de alta densidade, o HDL (Demeyer & Doreau, 1999).

Existem ácidos graxos benéficos para a saúde humana, encontrados predominantemente na gordura do leite de ruminantes, por exemplo, os CLA (ácido linoleico conjugado). De acordo Lacerda (2012), inúmeras pesquisas com modificações da dieta são realizadas com o objetivo de se reduzir os teores de ácidos graxos saturados (AGS) e aumentar os ácidos graxos insaturados (AGI).

A gordura do leite é sintetizada a partir dos ácidos graxos obtidos de diversas fontes: por meio da dieta; da mobilização de gordura do tecido adiposo do próprio animal; ou pela síntese *de novo*, por meio de processos bioquímicos realizados pela

glândula mamária. A absorção de lipídios da dieta sofre influência do processo de biohidrogenação ruminal, que tende a saturar os ácidos graxos poli-insaturados, formando vários intermediários de cadeia *trans*. Esse processo metabólico que ocorre no rúmen é responsável pela síntese de um precursor do CLA, que são capazes de inibir o mecanismo que leva ao acúmulo de gordura corporal e, ao mesmo tempo, induzem a mobilização da gordura corporal no homem. Por isso, o aumento da concentração de CLA no leite pode ser obtido por estratégias de alimentação que promovam o aumento do próprio CLA no rúmen, assim como do seu precursor para síntese endógena, o ácido vacênico (Alzahal et al., 2008).

Sabe-se que a dieta de bovinos é composta principalmente de forragem, que, em geral, contém ácidos graxos poli-insaturados. Assim, acredita-se que o uso de aditivos químicos na ensilagem da cana-de-açúcar possa alterar a ação dos microrganismos do rúmen e, portanto, o metabolismo ruminal, podendo gerar ácidos graxos benéficos à saúde, como o CLA e seus isômeros e, com isso, modificar o perfil de ácidos graxos do leite.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o perfil de ácidos graxos do leite de vacas mestiças em lactação alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e óxido de cálcio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Salinas, localizado na Fazenda Varginha, km 02 Rodovia Salinas/Taiobeiras. O município de Salinas, na região norte do estado de Minas Gerais, situado a uma latitude de 16°09′12″ Sul, longitude de 42°18′29″ Oeste e altitude de 475 m. A temperatura média anual no município é de 22,4 ºC e a precipitação pluviométrica anual média, de 700 mm.

O período experimental foi de julho a setembro de 2011, no Setor de Bovinocultura. Foram utilizadas oito vacas mestiças Holandês × Gir, aproximadamente aos 100 dias de lactação e com produção média de 15 kg de leite/dia, distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4, compostos de quatro animais, quatro tratamentos (dietas) e quatro períodos experimentais. Cada período experimental teve duração de 15 dias, de modo que os 12 primeiros foram destinados à adaptação dos animais às dietas experimentais. As dietas foram formuladas com uma das quatro silagens (tratamentos)

avaliadas: silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio (CaO); e silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

As silagens de cana-de-açúcar foram produzidas em maio de 2011 utilizando-se cana-de-açúcar da variedade SP 79-1011, com rendimentode 140 t/ha/ano, no terceiro corte. A ensilagem foi realizada quando a cana-de-açúcar atingiu teor médio de açúcar de 18° brix. A cana-de-açúcar foi cortada manualmente no campo, sem despalha, e picada em ensiladeira de forragem estacionária, acoplada ao trator. Posteriormente, a cana-de-açúcar picada foi transportada para o local destinado à confecção dos silos de superfície. Foram feitos quatro silos de superfície com seus respectivos tratamentos: no primeiro silo, não foi utilizado nenhum aditivo; no segundo silo, foi adicionada ureia (1% da matéria natural), a seco; no terceiro silo, foram adicionados ureia (0,5%) + óxido de cálcio (0,5%); e, no quarto silo, foi adicionado CaO (1%). Após a mistura dos aditivos químicos, em camadas de 30 cm, foi feita a compactação do silo com o trator até que o material atingisse densidade de 500 kg/m³. O silo foi coberto com lona dupla-face e vedado nas laterais com terra. As silagens foram mantidas armazenadas por um período de 60 dias.

As dietas foram formuladas para ser isonitrogenadas, de acordo o NRC (2001), e atender às exigências de vacas com produção média de 15 kg de leite/dia.

Os animais foram mantidos em baias individuais com uma área de 20 m², com parte do piso pavimentado com bloco de concreto e a outra de terra, separadas por cerca de arame liso com área coberta de 6 m^2, dotadas de cochos e bebedouros.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00, em quantidade ajustada diariamente, de modo que as sobras representassem 10% do total ofertado.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, às 7:30 e às 15:30, pelo mesmo ordenhador.

As amostras de leite foram coletadas do 13º ao 15º dia de cada período experimental e uma amostra composta, com quantidade proporcional à produção da manhã e da tarde, foi retirada para avaliação de perfil de ácidos graxos. Essas amostras de leite foram acondicionadas em frascos plásticos e armazenadas a -10 ºC e, posteriormente, encaminhadas ao laboratório de análise de alimentos do curso de engenharia de alimentos da UESB - *Campus* de Itapetinga/Ba, para análise de perfil de ácidos graxos.

As demais análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios de Forragem, de Fisiologia Animal e de Processamento de Leite e Derivados da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), no *Campus* de Itapetinga.

Os animais foram alimentados com dietas contendo aproximadamente 55% de silagem de cana-de-açúcar e 45% de concentrado (Tabela 1).

Tabela 1. Composição em ingredientes das dietas

Ingredientes	**Dietas (% MS)**			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Silagem de cana-de-açúcar	54,21	55,15	54,67	54,21
Fubá de milho	35,68	34,48	35,09	35,68
Farelo de soja	6,33	8,36	7,33	6,33
Mistura mineral	1,05	1,07	1,06	1,05
Fosfato bicálcio	0,57	0,53	0,55	0,57
Calcário	0,38	0,41	0,40	0,38
Ureia	1,77	0,00	0,89	1,77

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

As amostras do fornecido, das sobras e das fezes foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 ^{o}C por 72 horas, e posteriormente, processadas em moinho tipo Willey de malha de 1mm, para realização da composição química das amostras (Tabela 2). As análises de matéria seca, proteína bruta, lignina, fibra em detergente ácido, extrato etéreo, matéria orgânica e cinzas foram realizadas conforme procedimentos descritos pela Siva & Queiroz (2002).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram estimados segundo recomendações de Mertens (2002). As correções quanto aos teores de cinzas e proteína contidos na FDN e na FDA foram conduzidas conforme recomendações de Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992):

$$CT = 100 – (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos foram obtidos subtraindo-se dos carboidratos totais da fração FDN. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram

calculados segundo Weiss (1999), porém utilizando-se a FDN e os CNF corrigindos para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT\ (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2{,}25EED,$$

em que: PBD = PB digestível;

FDNcpD = FDNcp digestível;

CNFcpD = CNFcp digestíveis; e

EED = EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados dos alimentos e dietas totais foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Tabela 2. Composição química das dietas experimentais

Ingrediente	**Dietas**			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Matéria seca (%MS)	52,03	51,44	52,51	52,51
Matéria mineral[1]	6,85	8,17	6,83	8,33
Proteína bruta[1]	14,08	14,58	14,20	13,44
Extrato etéreo[1]	2,14	1,94	2,29	2,13
FDNcp[1]	43,05	40,04	40,69	37,35
FDA[1]	35,86	34,73	33,34	3,36
Lignina[1]	5,14	4,92	4,54	4,32
CNFcp[1]	43,05	40,04	40,09	37,35
Carboidratos totais[1]	72,69	69,38	72,12	71,85
NDT[2]	60,40	57,78	59,43	59,29
FDNi[1]	22,13	22,02	18,64	18,54

[1] Porcentagem da matéria seca; [2] Estimado pelo NRC (2001); Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; CNFcp = carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; FDNi = fibra em detergente neutro indigestível; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Para obtenção do perfil de ácidos graxos das dietas, os lipídios das amostras foram extraídos de acordo com metodologia proposta por Folch et al. (1957) com clorofórmio, metanol e água (2:1:1).

O preparo dos ésteres metílicos foi realizado conforme o método 5509 da ISO (1978). Em um tubo de tampa rosqueável, foram adicionados à matéria lipídica extraída 2,0 mL de n-heptano e 2,0 mL de KOH 2,0 $mol.L^{-1}$ em metanol, com posterior agitação

vigorosa. Após a separação das fases, o sobrenadante foi transferido e armazenado sob refrigeração.

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados em cromatógrafo a gás Thermo Finnigan, modelo Trace-GC-Ultra, equipado com detector de ionização de chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida BPX-70 (120 m, 0,25 mm d.i).

As vazões dos gases (White Martins) foram de 6,5 $mL.min^{1}$ para o gás de arraste (H_2); 30 $mL.min^{-1}$ para o gás auxiliar (N_2); 30 $mL.min^{-1}$ para o H_2 e 250 $mL.min^{-1}$ para o ar sintético da chama. A razão da divisão da amostra foi de 90:10.

Os parâmetros de funcionamento foram estabelecidos após verificação da condição de melhor resolução. As temperaturas do injetor e detector foram 250 °C e 280 °C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a 140 °C por 10 minutos, seguida por uma primeira rampa de 15 °C/min até atingir 200 °C, permanecendo por 1 minuto; a segunda rampa foi de 10 °C/min até atingir 230 °C, permanecendo 1 minuto nesta temperatura; a terceira rampa foi de 0,4 °C/min até atingir 233 °C por 3 minutos; e a última rampa foi de 0,5 °C/min até atingir 238 °C por 2 minutos. O tempo total de análise foi de 41,50 minutos.

As injeções foram realizadas em duplicata e os volumes das injeções foram de 1,2 µL. As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas pelo software ChromQuest 4.1.

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada após verificação do comprimento equivalente de cadeia (ECL - *Equivalent Length of Chain*) dos picos (Visentainer & Franco, 2006) e comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos contendo os isômeros *cis*-9, *trans*-11 e *trans*-10, *cis*-12 do ácido linoleico (189-19, O-5632 e O-5626, Sigma, EUA).

O perfil de ácidos graxos das silagens de cana-de-açúcar e dos concentrados foi analisado e o perfil de ácidos graxos da dieta total foi calculado de acordo a proporção volumoso:concentrado de cada dieta (Tabela 3).

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos das silagens, dos concentrados e das dietas experimentais

Ácidos graxos (%)	Silagem			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
C16:0	42,34	45,44	37,68	43,05
C16:1	1,85	2,82	1,15	2,78
C17:0	n.d.	0,65	1,34	0,76
C17:1	5,60	1,37	5,77	1,76
C18:0	11,67	8,06	12,14	10,01
C18:1 n-c9	11,96	14,00	11,65	14,49
C18:2 n-6	13,50	16,76	15,40	15,69
C18:3 n-3	n.d.	2,84	0,73	3,06
C20:1	2,03	3,51	n.d.	3,31
C21:0	3,33	1,14	5,27	1,28
C20:3 n-6	0,56	0,36	0,71	0,39
C22:1 n-9	n.d.	1,29	0,52	1,24
C22:2 n-6	7,16	1,77	7,64	2,20
Concentrado				
C16:0	16,72	7,68	18,80	16,72
C16:1	0,13	32,99	0,23	0,30
C17:0	0,09	n.d.	0,36	0,09
C18:0	3,42	8,71	5,59	3,42
C18:1 n-c9	38,40	20,35	34,07	38,40
C18:2 n-6	39,62	n.d.	37,70	39,62
C20:1	0,66	n.d.	2,03	0,66
C21:0	0,27	22,26	0,51	0,27
C22:1 n-9	0,27	2,17	0,70	0,27
C22:2 n-6	0,42	5,84	n.d.	0,42
Dieta total				
C16:0	30,55	28,45	29,19	30,94
C16:1	1,06	16,39	0,73	1,56
C17:0	0,04	0,36	0,90	0,45
C17:1	3,03	0,75	3,18	0,95
C18:0	7,88	8,35	9,19	6,98
C18:1 n-c9	24,12	16,86	21,74	25,49
C18:2 n-6	25,52	9,22	25,43	26,69
C18:3 n-3	n.d.	1,56	0,40	1,65
C20:1	1,40	1,93	0,92	2,09
C21:0	1,92	10,64	3,13	0,88
C20:3 n-6	0,30	0,20	0,39	0,21
C22:1 n-9	0,13	1,68	0,60	0,80
C22:2 n-6	4,06	3,60	4,20	1,38

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO; n.d. = não-detectado.

Para a extração dos lipídios totais do leite, 50 mL de cada amostra descongelada foram centrifugados a 12.000 rpm por 30 min a 4 ºC, em Micro-Centrífuga de Alta Rotação Himac CF-16RX II. A camada sólida formada na parte superior foi coletada e armazenada em frascos *eppendorfs* para posterior análise (Reveneau, 2008).

Os lipídios extraídos do leite foram submetidos à preparação de ésteres metílicos de ácidos graxos, conforme procedimento descrito por Bannon et al. (1982) com modificações descritas por Simionato et al. (2010).

Aos lipídios extraídos foram adicionados 5,0 mL de solução de metóxido de sódio 0,25 $mol.L^{-1}$ em metanol-dietil éter (1:1), em tubo de tampa rosqueável com aproximadamente 150 mg de lipídios, agitando por 3 minutos. À mistura, foram adicionados 2,0 mL de iso-octano e 10,0 mL de solução saturada de cloreto de sódio. O tubo foi novamente agitado e deixado em repouso para separação das fases e o sobrenadante foi transferido para frascos *eppendorf* devidamente identificados, para posterior análise cromatográfica.

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados em cromatógrafo a gás Thermo Finnigan, modelo Trace-GC-Ultra, equipado com detector de ionização de chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida BPX-70 (120 m, 0,25 mm d.i.). As vazões dos gases (White Martins) foram de 6,5 $mL.min^{1}$ para o gás de arraste (H_2); 30 $mL.min^{-1}$ para o gás auxiliar (N_2); 30 $mL.min^{-1}$ para o H_2 e 250 $mL.min^{-1}$ para o ar sintético da chama. A razão da divisão da amostra foi de 90:10.

Os parâmetros de funcionamento foram estabelecidos após verificação da condição de melhor resolução. As temperaturas do injetor e detector foram 250 °C e 280 °C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a 140 °C por 10 minutos, seguidos por uma primeira rampa de 15 °C/min até atingir 200 °C, permanecendo por um minuto. A segunda rampa foi de 10 °C/min até atingir 230 °C, permanecendo um minuto nesta temperatura. A terceira rampa de 0,4 °C/min até atingir 233 °C por 3 minutos e a última rampa foi de 0,5°C/min até atingir 238 °C por dois minutos. O tempo total de análise foi de 41,50 minutos.

As injeções foram realizadas em duplicata e os volumes das injeções foram de 1,2 µL. As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas utilizando-se o *software* ChromQuest 4.1.

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada após verificação do comprimento equivalente de cadeia (ECL - *Equivalent Length of Chain*) dos picos (Visentainer & Franco, 2006) e comparação dos tempos de retenção de

padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos contendo os isômeros *cis*-9, *trans*-11 e *trans*-10, *cis*-12 do ácido linoleico (189-19, O-5632 e O-5626, Sigma, EUA).

Para avaliar a resposta do DIC (delineamento inteiramente casualizado), foi utilizada uma solução constituída de uma mistura de padrões (Sigma) de ésteres metílicos de ácidos graxos com concentração conhecida. O fator de resposta foi calculado em relação ao tricosanoato de metila (23:0), pela Equação 1, conforme método proposto por Ackman (1972). Os fatores foram obtidos a partir da média de quatro repetições.

$$F_R = \frac{A_{23:0} \cdot C_x}{A_x \cdot C_{23:0}} \tag{1}$$

em que:

$A_{23:0}$= área do tricosanoato de metila;

C_x= Concentração de ésteres metílicos de ácidos graxos;

A_x = área do éster metílico de ácidos graxos;

$C_{23:0}$= concentração tricosanoato de metila.

Para as amostras de leite, foi realizada a quantificação dos ácidos graxos, em $mg.g^{-1}$ de lipídios totais, utilizando-se o padrão interno tricosanoato de metila (23:0) (Sigma, EUA). Após a pesagem para transesterificação, os lipídios (~150 mg) foram adicionados a todas as amostras, com auxílio de uma micropipeta, 1000 µL da solução de padrão interno com concentração conhecida (1,0 $g.mL^{-1}$). Para a quantificação, foram utilizados os fatores de resposta experimental, após verificação da concordância desses valores com os teóricos (Costa et al., 2011).

As concentrações dos ácidos graxos presentes na amostra foram obtidas conforme Joseph & Ackman (1992), utilizando-se da Equação 2.

$$C_x = \frac{A_x \cdot M_P \cdot F_R}{A_p \cdot M_a \cdot F_C} \tag{2}$$

em que:

A_X = área dos ésteres metílicos dos ácidos graxos;

A_P = área do padrão interno;

M_P = massa do padrão interno adicionado a amostra (mg);

M_a = massa da amostra (g);

FR = fator de resposta;

FC = fator de conversão éster metílico para ácidos graxos.

A quantificação dos ácidos graxos do leite baseou-se no método da normalização de área (Visentainer & Franco, 2006), em que a concentração é expressa em porcentagem relativa de lipídios totais.

A qualidade nutricional da fração lipídica do leite foi avaliada pelos índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT), a partir dos resultados obtidos para os ácidos graxos encontrados nas amostras. Os cálculos foram realizados segundo Ulbricht & Southgate (1991), pelas seguintes equações:

$$\mathrm{IA} = \frac{12{:}0 + (4 \cdot 14{:}0) + 16{:}0}{\sum \mathrm{AGM} + \sum n-6 + \sum n-3} \tag{3}$$

$$\mathrm{IT} = \frac{14{:}0 + 16{:}0 + 18{:}0}{(0{,}5 \cdot \sum \mathrm{AGM}) + (0{,}5 \cdot \sum n-6) + (3 \cdot \sum n-3) + (\sum n-3 / \sum n-6)} \tag{4}$$

em que:

ΣAGM = somatório de ácidos graxos monoinsaturados;

Σn-6 = somatório dos ácidos graxos da família ômega-6;

Σn-3 = somatório dos ácidos graxos da família ômega-3;

Σn-6/Σn-3 = relação dos ácidos graxos da família ômega 6 e 3;

Razão entre ácidos graxos poliinsaturados e ácidos graxos saturados (Costa et al., 2008). (5)

O índice da Δ^9-dessaturase foi definido como o produto da Δ^9-dessaturase, em razão da soma do produto da Δ^9-dessaturase com substrato da Δ^9-dessaturase (Kelsey et al., 2003). O índice de dessaturase foi calculado para quatro pares de ácidos graxos que representam produtos e substratos para a Δ^9-dessaturase. Esses pares de ácidos graxos foram 14:1 n-9c/14:0; 16:1 n-9c/16:0; 18:1 n-9c/18:0; 18:2 c9t11/18:1 n-7t. Por exemplo, o índice de CLA-dessaturase seria calculado como: (18:2 c9t11) / (18:2 c9t11 + 18:1 n-7t).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância segundo os modelos estatísticos a seguir:

$$\mathbf{Y_{k(ij)}} = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{P_i} + \boldsymbol{A_j} + \boldsymbol{T_{k(ij)}} + \square_{\boldsymbol{k(ij)}},$$

em que:

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

μ = constante associada a todas as observações;

$\boldsymbol{P_i}$ = efeito do período i, com i = 1, 2, 3, 4;

$\boldsymbol{A_j}$ = efeito do animal j, com j = 1, 2, 3, 4;

$\boldsymbol{T_{k(ij)}}$ = efeito do tratamento k, com k = 1, 2, 3, 4;

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

Os dados relativos à composição de perfil de ácidos graxos e à composição química do leite foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAEG.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O total de ácidos graxos (AG) identificados e quantificados foram 25 (Tabela 4): 13 ácidos graxos saturados (AGS); 6 ácidos graxos monoinsaturados (AGM); e 6 ácidos graxos poli-insaturados (AGPI). Houve diferença (P<0,05) nos somatórios dos AGS, AGM e AGPI. O maior percentual dos AGS foi para o leite produzido com o consumo da dieta contendo os dois aditivos juntos (0,5% de ureia + 0,5% de CaO) e menor para o leite obtido com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. O leite produzido durante o consumo da dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia foi o que apresentou o maior percentual de AGM e o leite produzido com o consumo da dieta com silagem com os dois aditivos juntos (0,5% de ureia + 0,5% de CaO), o menor percentual desses ácidos graxos. No somatório dos AGPI, o melhor resultado foi obtido

com a oferta da silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO, que foi maior (P<0,05) que o obtidos com as demais.

Os dados indicam que os aditivos na silagem promoveram aumento nos percentuais de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados quando se utilizaram ureia (1%) e CaO (1%), respectivamente. Entretanto, o uso dos dois aditvos juntos na silagem de cana-de-açúcar (0,5% de ureia + 0,5% de CaO) ocasionou maior percentual de AGS no leite. Os aditivos químicos nas silagens podem ter intensificado o metabolismo de lipídios no rúmen, gerando mais precursores para a enzima dessaturase, como o ácido esteárico (C18:0), que sob ação dessa enzima, transforma em ácidos graxos monoinsaturados, que se transformam em poli-insaturados.

Não houve diferença (P>0,05) entre as dietas para o ácido cáprico (C10:0) (Tabela 4). Maior percentual do ácido láurico (C12:0) foi observado no leite quando os animais foram alimentados com dietas contendo a silagem com 1% de CaO, que diferiu (P<0,05) dos demais resultados. O ácido tridecílico (C13:0) não diferiu (P>0,05) entre as dietas, assim como o C16:0 (palmítico), que é um AGS de maior concentração no leite bovino. O ácido esteárico (C18:0) diferiu (P<0,05) entre as dietas, pois foi encontrado em maior proporção no leite quando os animais foram alimentados com a silagem sem aditivo e, em menor proporção, quando alimentados com a silagem com 1% de CaO. Os ácidos graxos saturados de cadeia longa, C20:0 e C22:0, diferiram entre as dietas (P<0,05), pois foram encontrados em maior proporção no leite quando os animais receberam as dietas com silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Os ácidos graxos encontrados em maiores quantidades no leite foram o ácido mirístico (14:0), ácido palmítico (16:0) e ácido oleico (18:1n-c9), cujos percentuais médios foram de 13,18; 37,24 e 19,32%, respectivamente, em relação ao total de ácidos graxos da gordura do leite.

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

Tabela 4. Ácidos graxos, em porcentagem de lipídios, no leite de vacas mestiças alimentadas com dietas com silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio

Ácidos graxos	Dietas				CV (%)
	Sem aditivo	1% UR	0,5% UR + 0,5% CaO	1% CaO	
	(%)				
Saturados[1]	72,02 ab	69,82 b	75,58 a	73,03 ab	4,47
C4:0	3,02	2,83	3,15	2,89	13,23
C6:0	2,42	2,27	2,34	2,48	15,31
C8:0	1,43	1,35	1,47	1,61	16,56
C10:0	2,84	2,80	3,49	3,37	16,32
C12:0	3,49 bc	3,43 c	4,18 ab	4,20 a	13,08
C13:0	0,07	0,07	0,07	0,09	21,26
C14:0	12,91	12,40	13,65	13,77	11,60
C15:0	0,83	0,84	0,89	0,95	18,74
C16:0	36,46	36,05	39,27	37,18	9,22
C17:0	0,41	0,45	0,38	0,40	21,65
C18:0	7,97 a	7,16 ab	6,56 bc	5,80 c	10,74
C20:0	0,10 b	0,08 b	0,09 b	0,16 a	25,85
C22:0	0,04 b	0,05 b	0,03 b	0,12 a	41,22
Monoinsaturados[2]	26,03 ab	28,20 a	22,39 b	23,95 ab	12,26
C14:1	1,39	1,56	1,25	1,58	18,01
C15:1	0,22	0,24	0,21	0,23	17,87
C16:1	1,90	2,27	1,80	2,19	18,28
C17:1	0,30	0,27	0,25	0,27	21,65
C18:1 n-t7	1,60 bc	1,40 c	1,84 b	2,37 a	17,34
C18:1 n-c9	20,60 ab	22,44 a	16,94 b	17,32 b	15,25
Poli-insaturado[3]	1,94 b	1,97 b	2,11 b	3,01 a	13,36
C18:2 n-6	0,99	1,09	0,95	0,96	18,30
C18:3 n-6	0,04 ab	0,02 c	0,03 bc	0,05 a	25,87
C18:3 n-3	0,71	0,60	0,58	0,67	26,03
n-6[4]	1,04	1,13	0,98	1,01	17,66
n-3[5]	0,17 ab	0,17 ab	0,13 b	0,19 a	17,65
CLA[6]	0,74 c	0,68 c	0,99 b	1,81 a	14,89
C18:2 c9t11	0,41 b	0,40 b	0,57 b	0,83 a	28,20
C18:2 c12t10	0,32 b	0,28 b	0,41 b	0,98 a	21,49
C20:3 n-3	0,09 ab	0,11 ab	0,08 b	0,12 a	21,67

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de uréia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO; [1] Somatório de ácidos graxos saturados (4:0, 6:0, 8:0, 10:0, 12:0, 13:0, 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, 20:0 e 22:0); [2] Somatório de ácidos graxos monoinsaturados (14:1, 15:1, 16:1, 17:1, 18:1n-7t e 18:1n-9c); [3] Somatório de ácidos graxos poli-insaturados (18:2n-6, 18:3n-6, CLAc9t11, CLAt10c12, 18:3n-3, 20:3n-3); [4] Somatório do ômega-6 (18:2n-6 e 18:3n-6); [5] Somatório do ômega-3 (18:3n-3 e 20:3n-3); [6]Somatório do ácido linoleico conjugado (CLAc9t11 e CLAt10c12).

Entre os AGM, o maior percentual encontrado foi do ácido oleico (C18:1n-c9), que é o ácido graxo monoinsaturado de maior concentração no leite bovino. O percentual de ácido oleico foi maior (P<0,05) o leite obtido com a oferta da dieta com silagem com 1% de ureia e menor, com a silagem com CaO. Estse ácido graxo (C18:1n-c9) é um produto da atividade da enzima Δ^9- dessaturase, responsável pela dessaturação de AGS com 14 a 18 átomos de carbono, convertendo-os em seus correspondentes monoinsaturados, com uma ligação dupla no carbono 9 (Beaulieu et al., 2002). Pode-se inferir, então, que houve atuação dessa enzima quando os animais receberam a dieta com silagem com 1% de ureia, pois os percentuais dos AGM nessa dieta (Tabela 3) não são suficientes para explicar esse resultado.

De acordo Chilliard et al. (2000), 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: primeiramente, a população microbiana age sobre os AG insaturados, promovendo a saturação, em uma rota denominada biohidrogenação ruminal; segundo, a microbiota ruminal sintetiza ácidos graxos de forma similar à síntese *de novo*; finalmente, a enzima Δ9-dessaturase 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 vacênico (*trans*-11 C18:1) em CLA (*cis*-9 *trans*-11 C18:2).

O ácido C14:1 (miristoleico) não diferiu entre os tratamentos (P>0,05), assim como o ácido C16:1. Esses ácidos estão relacionados à atividade da enzima Δ^9-dessaturase, da mesma forma que o C18:1n-c9 (oleico).

O percentual de ácido vacênico (C18:1 n-T7) no leite foi maior quando fornecida a dieta com silagem com 1% de CaO e menor quando fornecida a dieta com silagem sem aditivo ou com silagem com 1% de ureia. Da mesma forma, os percentuais de AGPI no leite foram maiores quando fornecida a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO, assim como o perfil de ácidos graxos, que foi melhor quando fornecida essa silagem, com maiores valores de ácidos linolênico (C18:3 n-6), ômega 3 (n-3), ácido linoleico conjugado (CLA) e ácidos rumênico (C18:2 c9t11) e octadecadienoico (C18:2 c12t10), diferindo dos resultados obtidos com as demais silagens (P<0,05). Neste caso, pode-se inferir que a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO contribuiu para que o leite apresentasse- maior percentual de ácidos graxos insaturados, pois sua composição possui melhor perfil de ácidos graxos

insaturados (Tabela 3). Além disso, o metabolismo de lipídios no rúmen, com o consumo da dieta com silagem com 1% de CaO, potencializou a produção de ácido vacênico (C18:1 n-T7), que é o precursor do CLA, fato que justifica a maior quantidade de CLA no leite produzido quando consumida essa dieta (Tabela 4).

O CLA é formado nos tecidos por precursores produzidos no rúmen pela biohidrogenação incompleta do ácido linoleico da dieta. A maior parte, porém, é produzida endogenamente na glândula mamária por meio da dessaturação do ácido graxo vacênico (18:1n-7t) por uma enzima presente na glândula mamária e no tecido adiposo, a Δ^9-dessaturase. Como o ácido vacênico também é produzido no rúmen pela biohidrogenação, pode-se dizer que esse processo é o grande responsável pela formação de CLA em ruminantes (Medeiros, 2002).

O teor de CLA na gordura do leite geralmente é de 0,3 a 1,0%, no entanto, vários fatores podem influenciar o seu conteúdo, como as estações do ano, a alimentação e a raça do animal, o estádio de lactação e o processamento do alimento (Prandini et al., 2007). Neste estudo, o teor de CLA encontrado no leite quando fornecida a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de óxido de cálcio (CaO) foi superior aos citados por esses autores. Os isômeros do CLA têm sido amplamente pesquisados por suas propriedades anticarcinogênicas, associadas ao isômero *cis*-9 *trans*-11, e por sua capacidade de reduzir a gordura corporal enquanto aumenta, concomitantemente, a massa muscular, associada ao isômero t10 c12 (Mattila-Sandholm & Saarela, 2003).

A razão entre os ácidos graxos AGPI/AGS foi maior, e o melhor resultado foi observado quando fornecida a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO, que diferiu ($P<0,05$) das demais (Tabela 5).

Apesar dos efeitos benéficos relacionados aos AGPI, cada vez mais tem-se preocupado com a manutenção de uma dieta equilibrada, com boa relação entre os ácidos graxos das famílias n-6 (ômega6) e n-3 (ômega3), pois um aumento de n-6 poderia reduzir o metabolismo de n-3, levando possivelmente a um *déficit* de seus metabólitos. Entre os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3, de importante valor nutricional, destacam-se o araquidônico (20:4 n-6) e os ácidos eicosapentaenoico (20:5 n-3) e docosahexaenoico (22:6 n-3) (SHILS et al., 2003).

Tabela 5. Valores médios relativos aos somatórios de ácidos graxos, índices de qualidade nutricional do leite de vacas mestiças alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio (CaO)

Ácidos graxos	Dietas				
	Sem aditivo	1% UR	0,5% UR + 0,5% CaO	1% CaO	CV %
AGPI/AGS[1]	0,03 b	0,03 b	0,03 b	0,04 a	17,05
n-6/n-3[2]	6,41	6,80	7,49	5,33	24,58
IA[3]	3,38 bc	3,15 c	4,20 a	3,85 ab	13,58
IT[4]	4,05 b	3,78 b	4,90 a	4,30 ab	13,32
Índices de Dessaturase[5]					
14:1n-9c	0,10 ab	0,11 a	0,08 b	0,10 ab	18,74
16:1n-9c	0,05 ab	0,06 a	0,04 b	0,05 ab	16,27
18:1n-9c	0,72	0,75	0,72	0,74	4,10
18:29 c9 11t	0,20	0,22	0,24	0,26	23,28

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. [1] Relação entre os ácidos graxos poli-insaturados e saturados; [2] Relação entre os ácidos graxos da família ômega-6 e ômega-3; [3] Índice de aterogenicidade; [4] Índice de trombogenicidade; [5] ndice de atividade da Δ^9-dessaturase - (produto da dessaturase)/(produto da dessaturase + substrato da dessaturase); Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Os índices de aterogenecidade (IA) e trombogenicidade (IT) foram menores (P<0,05) e, portanto, melhores para as dietas com silagem de cana-de-açúcar sem aditivo ou com 1% de ureia.

Os maiores índices de aterogenecidade (IA) e trombogenecidade (IT) foram encontrados no leite produzido pela dieta contendo silagem com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO. Possivelmente em razão dos maiores teores de AGS encontrados nessa silagem, pois esses índices levam em consideração a proporção de ácidos graxos saturados (hipercolesterolêmicos) sobre a proporção dos AGI (hipocolesterolêmicos).

De acordo Turan et al. (2007), esses índices indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, ou seja, quanto menores os valores de IA e IT, maior a quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes na gordura e, consequentemente, maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas.

Neste estudo, o leite produzido a partir da dieta com silagem de cana-de-açúcar com os dois aditivos juntos (0,5% de ureia + 0,5% de CaO) apresentou maiores índices de IA e IT, o que não é desejável, contudo, a silagem com 1% de CaO apresentou maior teor de AGPI, de CLA, de ômega-3, maior relação de AGPI/AGS, em relação às outras dietas, que é muito desejável pois estes ácidos graxos poliinsaturados e o CLA são ricos

em ácidos graxos essenciais, além de propriedades que amenizam problemas relacionados a doenças coronarianas e anticarcinogênicas.

Os resultados encontrados neste estudo para o perfil de ácidos graxos corroboram os relatados por Martins et al. (2012), que avaliaram diferentes volumosos (cana-de-açúcar, silagem de girassol, silagem de sorgo e pasto de capim-tanzânia) na alimentação de vacas em lactação e sua influência sobre o perfil de ácidos graxos do queijo minas frescal. O queijo produzido com o leite das vacas alimentadas com a dieta contendo cana-de-açúcar apresentou maiores percentuais de ácidos graxos saturados e piores índices nutricionais. Consequentemente, os índices de aterogenicidade e trombogenecidade, que indicam a qualidade nutricional do queijo minas frescal obtido por dieta contendo silagem de girassol (1,06 e 1,65), foram menores que os obtidos com a cana-de-açúcar (3,63 e 3,84), silagem de sorgo (3,69 e 4,28) e pasto de capim-tanzânia (3,10 e 3,36), respectivamente.

Os índices de Δ^9-dessaturase para o ácido oleico (18:1n-9c) e rumênico (18:29 c9 11t) não foram influenciados pelas dietas (Tabela 5), no entanto, houve diferença ($P<0,05$) nos índices para o ácido miristoleico (14:1n-9c) e para o ácido palmitoleico (C16:1n-9c), que foram maiores no leite obtido com a oferta da silagem com 1% de ureia, intermediário no leite obtido com as silagens sem aditivo ou com 1% de CaO e menor no leite obtido com a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO.

A atuação dessa enzima é muito importante para a melhoria do perfil de ácidos graxos e da qualidade nutricional do leite, pois é responsável em converter ácidos graxos saturados hipercolesterolêmicos, mirístico (C14:0), em outro monoinsaturado, o miristoleico (14:1n-9c), e o palmítico (C16:0) em palmitoleico (C16:1n-9c). Da mesma forma, essa enzima atua na conversão do ácido esteárico (C18:0) em ácidos graxos monoinsaturados oleico (C18:1n-9c) e vacêncico (18:1n7t) no CLA. Apesar de não ter ocorrido diferença nos índices de Δ^9-dessaturase para os ácidos oleico (18:1n-9c) e rumênico (18:29 c9 11t) entre as dietas avaliadas, os resultados indicam atuação dessa enzima no perfil desses ácidos graxos no leite produzido durante o consumo da dieta com silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de ureia (Tabela 4).

Segundo Fox & McSweeney (1998), a atividade da enzima Δ^9-dessaturase pode ser avaliada indiretamente, por meio de quatro índices principais, obtidos pela relação entre os pares de ácidos graxos representados pelos produtos (14:1n-9c, 16:1n-9c, 18:1n-9c e CLA *cis*-9, *trans*-11) e substratos (14:0, 16:0, 18:0 e 18:1n7t) da enzima. A

razão entre o ácido miristoleico e ácido mirístico (14:1n-9c/14:0) seria a melhor representante da atividade da Δ^9-dessaturase na glândula mamária, o que está relacionado ao ácido mirístico, originado quase que exclusivamente durante a síntese *de novo* na glândula mamária. Como consequência, todo ácido miristoleico presente na gordura do leite é sintetizado na glândula mamária pela Δ^9-dessaturase.

Em contraste, a absorção de ácidos graxos a partir do trato digestivo e a mobilização de reservas corporais de gordura podem ser responsáveis por uma grande e variável proporção de ácidos palmitoleico, palmítico, oleico, esteárico e vacênico, bem como de CLA, tornando as proporções determinadas a partir desses ácidos graxos indicativos menos reais sobre a atividade dessa enzima (Peterson et al., 2002).

4 CONCLUSÕES

A dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de óxido de cálcio proporciona maiores teores de CLA, seus isômeros e seu precursor, o ácido vacênico. Além disso, resulta em maior teor de ácidos graxos essenciais (ômega 3) e melhor razão entre o AGPI/AGS no leite de vacas mestiças.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKMAN, R. G. The analyses of fatty acids and related materials by gás-liquid chomatography. **Progress in the Chemistry of fats & Other lipids**, v. 12, p. 165-284, 1972.

ALMEIDA, A. C.; SILVA, G. L. M.; SILVA, D. B.; FONSECA, Y. M.; BUELTA, T. T. M.; FERNANDES, E. C. Características físico-químicas e microbiológicas do leite cru consumido na cidade de Alfenas-MG. **Revista Universitária Alfenas**, v. 5, n. 5, p. 165-168, 1999.

ALZAHAL, O.; Or-RAHID, M.M.; GREENWOOD, S.L, DOUGLAS, M.S.; MC BRIDE, B.W. The effect of dietary fiber level on milk fat concentration and fatty acid profile of cows fed diets containing low levels of polyunsaturated fatty acids. Journal of Dairy Science, 92: 1108-1116, 2008.

BANNON, C. D.; BREEN, G. J.; CRASKE, J. D.; HAI, N. T.; HARPER, N. L.; O´ROURKE, K. L. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability. **Journal of Chromatography**, v. 247, p. 71-89, 1982.

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

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

COSTA, E. N.; LACERDA, E. C. Q.; SANTOS, S. M. S.; SANTOS, C. M. S.; FRANCO, M.; SILVA, R. R.; SIMIONATO, J. I. Action of successive heat treatments in bovine milk fatty acids. **Journal Brazilian Chemical Society**, vol. 0, n. 0, p. 1-6, 2011b.

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

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

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

FOX, P. F. & McSWEENEY, P. L. H. **Dairy chemistry and biochemistry.** London: Blackie Academic & Professional, 478 p. 1998.

GARCIA, C. A.; SILVA, N. R.; LUQUETTI B. C.; SILVA, R. T.; MARTINS, I. P.; VIEIRA, R. C. Influência do ozônio sobre a microbiota do leite "*in natura*". **Revista Higiene Alimentar**, v. 14, n. 70, p. 36-50, 2000.

JOSEPH, J. D. & ACKMAN, R. G. Capillary column gas-chromatographic method for analysis of encapsulated fish oils and fish oil ethyl-esters - Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 75, n. 3, p. 488-506, 1992.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

KELSEY, J. A.; CORL, B. A.; COLLIER, R. J.; BAUMAN, D. E. The effect of breed, parity, and stage of lactation on Conjugated Linoleic Acid (CLA) in milk fat from dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 2588–2597, 2003.

LACERDA, E.C.Q. **Efeito da inclusão de orégano na dieta de vacas leiteiras sobre a qualidade do leite. 2012, 81p.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Itapetinga, 2012.

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

MARTINS, S.C.S.G.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CALDEIRA, L.A.; REIS, S.F.; BARROS, I.C.; OLIVEIRA, J.A.; SANTOS, J.F.; SILVA, G.W.V. Rendimento, composição e análise sensorial do queijo minas frescal fabricado com leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.993-1003, 2012.

MATTILA-SANDHOLM, T. & SAARELA, M. **Functional dairy products.** Boca Raton: CRC Press; Cambridge: Woodhead Publisinhg, 395 p., 2003.

MEDEIROS, S.R. **Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificado**. 2002, 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

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

NATIONAL RESEARCH COUNSIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh Revised Edition, Washinton-D.C., 2001, 381 p.

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

PETERSON, D. G.; KELSEY, J. A.; BAUMAN, D. E. Analysis of Variation in *cis*-9, *trans*-11 Conjugated Linoleic Acid (CLA) in Milk Fat of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 9, 2002.

PRANDINI, A.; BROGNA, N.; PIVA, G. Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 6, p. 472-479, 2007.

REVENEAU, C. **Dietary source and availibility of fatty acids to manipulate ruminal protozoa, metabolism of fat, and milk fatty acid profile in lactating dairy cows**. 2008, 152 f. Tese (Doutor em Fisiologia), Ohio State University.

SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M.; ROSS, A. C. **Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença**. 9 ed. São Paulo: Manole, v. 2, 2122 p., 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SIMIONATO, J. I.; GARCIA, J. C.; DOS SANTOS, G. T.; OLIVEIRA, C. C.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E. Validation of the Determination of Fatty Acids in Milk by Gas Chromatography. **Journal Brazilian Chemical Society,** 21, 520, 2010.

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

TAMANINI, R.; SILVA, L. C. C.; MONTEIRO, A. A.; MAGNANI, D. F.; BARROS, M. A. F.; BELOTI, V. Avaliação da qualidade microbiológica e dos parâmetros enzimáticos da pasteurização de leite tipo "C" produzido na região norte do Paraná**. Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 449-454, 2007.

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

ULBRICHT, T. L. V. & SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-92, 1991.

VISENTAINER, J. V. & FRANCO, M. R. B. **Ácidos Graxos em óleos e gorduras:** identificação e quantificação. São Paulo: Varela, 2006.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings…** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

VIII - CAPÍTULO VI

ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE LEITE DE VACAS MESTIÇAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADAS COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO

Resumo: Objetivou-se avaliar a viabilidade econômica de dietas contendo quatro silagens de cana-de-açúcar: sem aditivo; com 1% de ureia; com 0,5% de CaO + 0,5% ureia; e com 1% de CaO. O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - *Campus* Salinas, utilizando-se oito vacas mestiças Holandês × Gir, distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4, compostos de quatro dietas, quatro animais e quatro períodos. As vacas estavam aproximadamente aos 100 dias de lactação e com produção média de 15 kg de leite/dia. As dietas foram formuladas para serem isonitogenadas. A silagem de cana-de-açúcar foi feita em silos de superfície, abertos após 60 dias da ensilagem. A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade SP 79-1011, com produção de 140 t/ha/ano, no terceiro corte. O corte da cana-de-açúcar foi feito manualmente e a cana, desintegrada em picadeira estacionária. O custo de produção dos volumosos, do concentrado e da dieta total foi analisado e, de acordo com os preços obtidos no mercado local, também foi calculado o COE (custo operacional efetivo), que compreende todas as despesas com mão-de-obra, alimentação, energia elétrica, medicamentos, entre outras. A renda líquida por quilograma de leite produzido com o fornecimento das dietas contendo silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, com 1% de ureia, com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO e com 1% de CaO foi de R$ 0,14; R$ 0,15; R$ 0,10; e R$0,09, respectivamente. A dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia proporcionou maior renda líquida por quilo de leite produzido, no entanto, resultou em baixo consumo e maior perda de peso, que podem afetar a produção de leite em longos períodos de suplementação.

Palavas-chave: aditivos, custo de produção, leite, rentabilidade, *Saccharum officinarum*

VIII - CHAPTER VI

ECONOMIC ANALYSIS OF MILK PRODUCTION OF CROSSBRED COWS FED DIETS CONTAINING SUGAR CANE SILAGE TREATED WITH UREA AND CALCIUM OXIDE

Abstract: This study aimed to evaluate the economic viability of diets containing four sugar cane silages: without additive, with 1% urea, with 0.5% CaO + 0.5% urea and ; with 1% CaO. The experiment was carried out at the Cattle sector of the Federal Institute of the North of Minas Gerais - *Campus* Salinas. Eight crossbred cows (Holstein x Gir) were used, arranged in two 4 x 4 Latin squares compounds of the: four diets, four animals and four periods. The cows were approximately 100 days of lactation and had an average production of 15 kg of milk /day. Diets were formulated to be isonitrogenous. The sugar cane silage was made in surface silos, which were opened after 60 days of the insilage. The sugar cane used was the variety SP 79-1011, with a yield of 140 t/ha/year in the third cut. The cut of sugar cane was done manually and the cana disintegrated in stationary chopper. The production costs of the roughage, concentrated and total diet were analyzed of the according to the prices of the local market, it was also estimated the EOC (effective operational cost) which comprises all costs of , work, food, electricity, drugs, between others. Net income per kilogram of milk produced with provision from diets containing sugar cane silage without additive, with 1% urea, 0.5% urea + 0.5% CaO and 1% CaO were of the R$ 0.14, R$ 0.15, R$ 0.10, R$ 0.09, respectively. A diet containing sugar cane silage with 1% urea provided best net income per kilogram of milk; however, resulted in low consumption and caused greater weight loss which can affect milk production in longer periods of supplementation.

Keywords: additives, production cost, milk yield, profitability, *Saccharum officinarum*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 10 anos, a produção brasileira de leite cresceu a uma taxa de 4,35% ao ano. Atualmente, o Brasil é o quinto maior produtor de leite, com produção em 2011 de aproximadamente 31 bilhões de litros (SEPEA, 2012). Apesar da recomendação de consumo anual de 200 litros de leite *per capita* (Brasil, 2005), o consumo de leite e derivados lácteos no Brasil é muito inferior, em torno de 128 litros/habitante/ano, ou seja, um déficit de 36% (IBGE, 2010).

Apesar do consumo *per capita* ainda estar abaixo do desejável, é notório o avanço no aumento da produção nacional de leite na última década. Esse crescimento se deve a um conjunto de fatores, tais como: mercado mais competitivo, com maior exportação e menor importação; melhoria genética e nutricional do rebanho; melhoria da renda dos consumidores; e melhor assistência do Governo Federal à população de baixa renda, por meio de programas sociais. Além disso, houve a implantação da Instrução Normativa 51 de 2002, que trata do aperfeiçoamento e modernização da legislação sanitária federal sobre a produção de leite (MAPA, 2012).

Entretanto, de junho de 2011 a agosto de 2012, houve uma queda na produção de leite devido ao baixo retorno econômico da atividade, ou seja, o preço do leite não tem acompanhado o aumento nos custos de produção. Além disso, há falta de incentivo e de assistência técnica ao produtor e de uma política voltada para o aumento do consumo de leite e derivados. Os custos operacionais nesse período aumentaram 13,98%, segundo estimativas da Embrapa Gado de Leite.

O preço do leite pago ao produtor caiu em torno de 6% no mesmo período analisado, de acordo o IGP-DI (índice geral de preços-disponibilidade interna) da Fundação Getúlio Vargas (SCOTConsultoria, 2012). Os altos preços de insumos, como a soja e o milho, principais componentes da ração animal, foram apontados como os vilões do aumento dos custos de produção da pecuária de leite. Dessa forma, o maior percentual dos custos de produção do leite é determinado pela alimentação, principalmente no período seco, quando os animais devem receber, além da ração concentrada, suplementação volumosa no cocho.

A produção de silagem de cana-de-açúcar permite obter maior produção de forragem por unidade de área. Apesar dessa maior produção, devem ser consideradas as perdas qualitativas, pois os custos com alimentos concentrados podem onerar bastante o custo operacional efetivo (COE) e diminuir a renda líquida do leite. Martins et al.

(2011), ao compararem a renda líquida do leite corrigido para 4% de gordura produzido por dietas contendo diferentes volumosos (cana-de-açúcar, silagem de sorgo, silagem de girassol e pasto de capim-tanzânia), concluíram que a menor renda líquida foi obtida com o leite produzido com uma dieta contendo cana-de-açúcar, graças ao maior custo de produção da cana-de-açúcar por unidade de área. Esses mesmos autores verificaram no custo de produção da cana-de-açúcar *in natura* que a mão-de-obra para corte e transporte da forragem foi o componente que mais onerou o custo de produção da forragem na dieta e, consequentemente, do leite.

De acordo com Peres et al. (2009), é importante que se faça avaliação técnica e econômica de sistemas de produção de leite nos quais são aplicados indicadores econômicos de rentabilidade que indiquem aos pecuaristas aumento da produção dos animais e da produtividade com redução dos custos de produção e aumento da rentabilidade.

Nesse sentido, objetivou-se com este estudo verificar a viabilidade econômica do leite produzido por vacas mestiças alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus* Salinas, situado no norte de Minas Gerais a 16,17° de latitude sul, 42,3° de longitude oeste e 475 m de altitude. A temperatura média anual no município é de 22,4 ºC e a precipitação pluviométrica anual média, de 700 mm.

Os animais utilizados foram oito vacas mestiças Holandês × Gir com produção média de 15 kg/leite/dia e aproximadamente aos 100 dias de lactação. O delineamento experimental adotado foram dois quadrados latinos 4 × 4, compostos de quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Foram utilizadas quatro dietas experimentais contendo uma das silagens de cana-de-açúcar: sem aditivo; com 1% de ureia; com 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio (CaO); com 1% de CaO. O experimento teve duração de 60 dias, divididos em quatro períodos de 15 dias, de modo que os 12 primeiros dias eram destinados à adaptação dos animais às dietas e os três últimos dias, à coleta de dados, segundo metodologia descrita por Santos et al. (2006).

As silagens de cana-de-açúcar foram produzidas em maio de 2011. A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade SP 79-1011, com rendimento de 140 t/ha/ano, no terceiro corte. Essa variedade tem 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 cana-de-açúcar foi cortada manualmente no campo, sem a despalha, e picada em ensiladeira de forragem estacionária, acoplada ao trator.

Posteriormente, a cana-de-açúcar picada foi transportada para o local destinado a confecção dos silos de superfície. Foram feitos quatro silos de superfície: no primeiro silo, não foi utilizado aditivo; no segundo silo, foi adicionada de ureia, a seco, na proporção de 1% da matéria natural; no terceiro silo, foram adicionados ureia (0,5%) + óxido de cálcio (0,5%); e, no quarto silo, foi adicionado CaO (1% da matéria natural. Após a mistura dos aditivos químicos, em camadas de 30 cm, foi feita a compactação do silo com trator até que o material atingisse densidade de 500 kg/m³.

O silo foi coberto com lona dupla-face e vedado nas laterais com terra. As silagens foram mantidas armazenadas por um período de 60 dias.

As oito vacas mestiças foram mantidas em baias individuais de 20 m², com parte do piso de calçado de concreto e parte de terra batida, área coberta de 6 m², separadas por cerca de arame liso e dotadas de cochos e bebedouros. As vacas foram ordenhadas com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 7:30 e às 15:30.

As dietas foram formuladas conforme o NRC (2001) para serem isonitrogenadas e para atenderem a uma produção de 15 kg/leite/dia.

A proporção volumoso:concentrado das dietas foi de aproximadamente 55:45, com base na matéria seca (Tabela 1). A dieta completa foi fornecida duas vezes ao dia, às 08:00 e às 16:00, e o consumo ajustado diariamente de acordo com a quantidade de sobras, que deveria ser de aproximadamente 10% do fornecido. O consumo foi estimado como a quantidade de MS da dieta fornecida menos as sobras. Os animais foram pesados inicialmente e ao final de cada período para avaliação da variação do peso corporal.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes das dietas, na base da matéria seca

Ingredientes	Dietas (% MS)			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Silagem de cana-de-açúcar	54,21	55,15	54,67	54,21
Fubá de milho	35,68	34,48	35,09	35,68
Farelo de soja	6,33	8,36	7,33	6,33
Mistura mineral	1,05	1,07	1,06	1,05
Fosfato bicálcico	0,57	0,53	0,55	0,57
Calcário	0,38	0,41	0,40	0,38
Ureia	1,77	0,00	0,89	1,77

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Para avaliação da composição química das silagens (Tabela 2), foram realizadas as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lignina (LIG), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO) e cinzas, conforme procedimentos descritos por Siva & Queiroz (2002). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram estimados segundo recomendações de Mertens (2002).

Os carboidratos totais (CT) foram calculados de acordo com metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que:

$$CT = 100 – (\%PB + \%EE + \%Cinzas),$$

Enquanto os carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CT e FDNcp. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), porém utilizando-se a FDN e os CNF corrigidos para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNDcp + CNFDcp + 2,25\ EED,$$

em que: PBD = PB digestível; FDNcp = FDNcp digestível; CNFcp = CNFcp digestível; EED = EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados das silagens foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Tabela 2. Composição química das silagens, com base na matéria seca

Componentes nutricionais	Sem aditivo	1% UR	0,5% UR + 0,5% CaO	1% CaO
	% MS			
MS	22,5	22,0	22,9	23,4
PB	5,5	14,0	9,5	4,3
FDN	76,0	67,8	63,5	63,5
FDA	56,0	44,2	47,4	47,6
EE	1,8	1,1	1,7	1,7
LIG	9,0	8,5	8,0	7,4
NDT[1]	43,0	46,8	47,1	47,6

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO. [1] Estimado pelas equações do NRC (2001). MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro (FDN); FDA = fibra em detergente ácido; LIG = lignina; EE = extrato etéreo; e NDT = nutrientes digestíveis totais.

Durante os três últimos dias de cada período, foram registradas as produções de leite por vaca em duas ordenhas. A ordenha mecânica das vacas foi feita às 07:00 e às 15:00 e amostras de leite foram coletadas nos dias de coletas para determinação da composição química do leite.

As análises químicas do leite para determinação dos teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) e N-ureico foram realizadas pelo método infravermelho – PO ANA 009 na Clínica do Leite da ESALQ/USP.

As produções de leite corrigidas para 4% de gordura foram calculadas utilizando-se a equação proposta por Sklan et al. (1992):

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

Para análise econômica das dietas, foi calculado o custo de produção das silagens com base nos custos operacionais efetivos (COE) para produção de uma tonelada de silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, com ureia e com CaO. Não foram computados os custos com depreciação.

As produções médias de matéria seca foram calculadas utilizando-se o teor de matéria seca encontrado na análise química das silagens (silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, silagem de cana-de-açúcar com 1% ureia, silagem de cana-de-açúcar com

0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio, silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO) usadas neste experimento. (Tabela 3).

Tabela 3. Custo de produção (R$/t) de massa verde (MV) e matéria seca (MS) de silagens de cana-de-açúcar com aditivo (ureia e CaO) ou sem aditivo utilizadas em dietas de vacas mestiças em lactação

Custo de produção de 1 tonelada (MV) de silagem de cana-de-açúcar				
Silagens	**Sem aditivo**	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Matéria seca (%)	22,51	21,99	22,90	23,40
Produção de matéria seca (kg)	225,10	219,90	229,00	234,00
Custos	R$	R$	R$	R$
	Operações manuais			
Corte e carregamento	22,50	22,50	22,50	22,50
Descarregamento	7,50	7,50	7,50	7,50
Aplicação de aditivos	0,00	3,75	3,75	3,75
Fechamento do silo	3,75	3,75	3,75	3,75
Subtotal	33,75	37,50	37,50	37,50
	Operações mecanizadas			
Picagem da cana-de-açúcar	21,00	21,00	21,00	21,00
Transporte	7,00	7,00	7,00	7,00
Compactação	7,00	7,00	7,00	7,00
Subtotal	35,00	35,00	35,00	35,00
	Insumos			
Cana-de-açúcar	30,00	30,00	30,00	30,00
Lona plástica	3,56	3,56	3,56	3,56
Aditivos	0,00	19,60	13,60	7,60
Subtotal	33,56	53,16	47,16	41,16
Custo total 1 (R$/t.MV)	102,31	125,66	119,66	113,66
Custo total 2 (R$/t.MS)	454,52	571,45	522,54	485,73

R$/t.MV = custo da tonelada de massa verde; R$/t.MS = custo da tonelada de matéria seca. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Na planilha de custo (Tabela 3), considerou-se que a atividade manual de corte e picagem de uma tonelada de cana-de-açúcar foi feita com 1/2 dia/homem (D/H), ou seja, considerando que um trabalhador braçal rural consegue cortar e passar na ensiladeira estacionária uma tonelada de cana-de-açúcar em meio dia ao custo de R$ 75,00/dia, incluídos os encargos sociais. Nos custos com as operações mecanizadas, incluíram-se a quantidade de hora trator (h/T) gastas com picagem, transporte,

descarregamento e compactação de uma tonelada de cana-de-açúcar ao custo de R$ 70,00 h/T. Nos custos com insumos, foram incluídos a cana-de-açúcar, com custo de R$ 30,00/t de massa verde (MV) na lavoura, além da lona dupla- face e dos aditivos químicos, ureia e óxido de cálcio. Todos esses custos, inclusive do concentrado (Tabela 4), se referem ao período de julho a setembro de 2011 e foram coletados junto aos produtores rurais, técnicos de extensão rural e estabelecimentos comerciais da região. Neste período, o valor pago pelo quilo de leite era de R$ 0,90.

Tabela 4. Custo de produção dos concentrados utilizados nas dietas experimentais

Custo de produção de 100 kg do concentrado na base da matéria seca				
Dietas	**Sem aditivo**	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Custos ingredientes	R$	R$	R$	R$
Fubá de milho	34,99	34,52	34,76	34,99
Farelo de soja	13,82	18,63	16,18	13,82
Suplemento mineral	3,50	3,64	3,57	3,50
Fosfato bicálcico	2,83	2,71	2,77	2,83
Calcário calcítico	0,10	0,11	0,10	0,10
Ureia	4,73	0,00	2,41	4,73
Custo Total	59,97	59,61	59,80	59,97
Custo/kg MS	0,599	0,596	0,598	0,599

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO. kg MS = quilograma de matéria seca. Custo/kg MS = custo por quilograma de matéria seca.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância segundo os modelos estatísticos a seguir:

$$\mathbf{Y_{k(ij)}} = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{P_i} + \boldsymbol{A_j} + \boldsymbol{T_{k(ij)}} + \square_{\boldsymbol{k(ij)}},$$

em que:

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

$\boldsymbol{\mu}$ = constante associada a todas as observações;

$\boldsymbol{P_i}$ = efeito do período i, com i = 1, 2, 3, 4;

$\boldsymbol{A_j}$ = efeito do animal j, com j = 1, 2, 3, 4;

$\boldsymbol{T_{k(ij)}}$ = efeito do tratamento k, com k = 1, 2, 3, 4;

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

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG e, para efeito de comparação das médias, quando significativas, foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A silagem de cana-de-açúcar sem aditivo apresentou o menor custo e a silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia, o maior custo. Não houve diferença nos custos de produção dos concentrados. Os custos da dieta total, no enanto, diferiram significativamente entre as dietas: o menor custo por kg de matéria seca foi observado para a dieta com silagem sem aditivo e o maior, para a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. As dietas com custos intermediários, em ordem crescente, foram a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO e a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO (Tabela 5).

Tabela 5. Custo de produção por kg de matéria seca das silagens de cana-de-açúcar, custo dos concentrados e da dieta total fornecida para vacas mestiças em lactação

Custos com alimentação	**Silagens nas dietas**			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Silagem de cana (R$/kg MS)	0,454	0,571	0,522	0,485
Concentrados (R$/kg MS)	0,599	0,596	0,598	0,599
Volumoso:concentrado	54:46	55:45	55:45	54:46
Dieta total (R$/kg MS)	0,52	0,58	0,56	0,54

R$/kg MS = custo do quilograma de matéria seca. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Um dos fatores que contribuíram para o alto custo das silagens foi o baixo teor de matéria seca observado após a abertura dos silos. O uso de aditivos químicos não foi eficiente no controle das perdas de matéria seca (MS), pois a cana-de-açúcar foi ensilada com teor médio de 28% de MS, no caso das silagens sem aditvo e com 1% de ureia, e com 30% de MS, no caso das silagens contendo 0,5% de ureia + 0,5% de CaO e com 1% de CaO. Dessa forma, houve redução de aproximadamente 6% de matéria seca (Tabela 3) nas silagens de cana-de-açúcar utilizadas neste experimento.

Ribeiro et al. (2010) consideraram adequados os teores de matéria seca da cana-de-açúcar *in natura*, contudo, as variações nos teores de MS na pós-abertura podem ser

atribuídas às perdas durante o processo fermentativo da ensilagem, com o consumo de carboidratos solúveis durante a fermentação. Esses autores encontraram menores valores de matéria seca na silagem sem aditivo e quando utilizaram 4% de ureia.

Peres (2007), em estudo de simulação sobre o 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 matéria seca, devido ao elevado rendimento forrageiro.

Martins et al. (2011) fizeram uma análise econômica da produção de leite de vacas mestiças alimentadas com dietas à base de quatro volumosos, cana-de-açúcar *in natura*, silagem de sorgo, silagem de girassol e pastagem de capim-tanzânia. A produção de volumoso e da dieta total de maior custo foi com a cana-de-açúcar, que, segundo os autores, apesar de apresentar maior produção de massa verde e matéria seca por unidade de área em relação aos outros volumosos, tem elevado custo de mão-de-obra para o corte, transporte e fornecimento diário, que onera bastante o custo de produção do leite. Esse resultado é uma importante justificativa, considerando a viabilidade econômica, para a produção de silagem de cana-de-açúcar para alimentação de vacas lactantes, tendo em vista a operacionalidade. No entanto, é importante avaliar o consumo de matéria seca e o desempenho produtivo, ou seja, a produção de leite.

A produção de leite e a produção de leite corrigido para 4% de gordura não diferiram ($P>0,05$) entre as silagens (Tabela 6), apesar do menor consumo de matéria seca proporcionado pela dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. No entanto, houve perda de peso das vacas que receberam esse mesmo volumoso.

Dessa forma, pode-se inferir que o baixo consumo proporcionado pela dieta à base de silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia está relacionado à baixa qualidade da silagem, em decorrência da fermentação, já que a ureia tem efeito tamponante e promove aumento no pH final da silagem. O aumento do pH proporciona proliferação de bactérias indesejáveis, do gênero *Clostridium*, que são responsáveis por degradação de proteína, ou seja, a proteólise. Além disso, essa silagem apresentou forte odor de amônia, que pode ter ocasionado baixa aceitabilidade e, consequentemente, ter reduzido o consumo pelos animais.

Tabela 6. Parâmetros de desempenho de vacas mestiças lactantes alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio e ureia

Parâmetros	Dietas				
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**	**CV (%)**
CMS (kg/dia)	11,95 ab	9,76 b	13,30 a	13,21 a	18,25
CFDNcp (kg/dia)	5,73	5,09	5,99	5,61	14,66
CPB (kg/dia)	1,85	2,25	2,33	1,90	22,92
CNDT (kg/dia)	7,78 ab	6,50 b	8,63 a	8,85 a	18,12
Produção de leite (kg/dia)	13,61	13,16	14,83	14,90	9,86
LCG 4% (kg/dia)	15,46	14,92	16,14	15,61	16,85
Variação do peso corporal (kg)	-5,75 ab	-12,63 b	6,75 a	-4,0 ab	-
EA	1,30 ab	1,64 a	1,21 b	1,20 b	19,08

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO. CMS = consumo de matéria seca; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro; CPB = consumo de proteína bruta; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais; LCG 4% = produção de leite de leite corrigida para 4%; e EA = eficiência alimentar.

O índice de eficiência alimentar (EA), que permite comparar a eficiência do alimento na produção de leite, foi maior para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia, o que está relacionado ao baixo consumo dessa dieta. Para os cálculos do custo operacional efetivo (COE), que são aqueles que requerem desembolso em dinheiro, foram contabilizadas todas as despesas com a produção de leite. Entre essas despesas, apenas aquelas com alimentação são variáveis (Tabela 7).

Tabela 7. Custo operacional efetivo (COE) do leite produzido por vacas mestiças alimentadas com silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio

Dietas	**Sem aditivo**	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Variáveis	**Custo operacional efetivo (COE)**			
	R$			
Mão-de-obra	4,69	4,69	4,69	4,69
Alimentação	6,21	5,66	7,45	7,13
Medicamentos	0,05	0,05	0,05	0,05
Energia, kWh	0,35	0,35	0,35	0,35
Reparo de benfeitorias	0,30	0,30	0,30	0,30
Reparo de máquinas	0,10	0,10	0,10	0,10
COE	R$ 11,70	R$ 11,15	R$ 12,94	R$ 12,62

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

A alimentação foi o item que mais onerou o custo operacional efetivo na produção de leite, pois foi responsável por 53,00; 50,76; 57,57 e 56,50% do total de despesas na dieta contendo as silagens de cana-de-açúcar sem aditivo, com 1% de ureia, com 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio e 1% de CaO, respectivamente (Tabela 8). No cálculo do gasto com mão-de-obra considerou o tempo gasto com a ordenha mecânica, arraçoamento e manejo das vacas em duas ordenhas diárias.

Em sistemas de produção intensivos, a alimentação costuma apresentar até 70% dos custos efetivos e, em sistemas menos intensificados, esses insumos respondem por menos de 50% dos custos (CEPEA, 2007). Costa et al. (2011) utilizaram níveis de concentrado de 0, 16, 24 e 30% em dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* para vacas em lactação e confirmaram essa hipótese, pois encontraram valores percentuais gastos com alimentação de 42, 63, 67 e 70%. Neste estudo, o gasto com alimentação contendo dietas à base de silagem de cana-de-açúcar com relação volumoso:concentrado de 55:45 foi menor em relação aos encontrados por esses autores citados.

A partir dos custos operacionais efetivos (COE), foi levantado o custo de produção do quilo de leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%) dividindo-se o COE pela produção de LCG 4% e obtendo-se o custo do quilo de leite (Tabela 8).

Tabela 8. Custo do leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%), proporção do custo com alimentação em relação ao COE e renda líquida do leite produzido com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio

Parâmetros	**Dietas**			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Custo/kg LCG 4% (R$)	0,76	0,75	0,80	0,81
Custo alimentação/COE (%)	53,00	50,76	57,57	56,50
Renda líquida/kg/leite (R$)	0,14	0,15	0,10	0,09

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

A renda líquida do leite foi calculada subtraindo-se as despesas totais (COE) da renda bruta, ou seja, do valor total recebido por quilograma de leite, que foi de R$ 0,90 no período de julho a setembro de 2011.

O custo total compreende o total de leite produzido por vaca (LCG 4%) multiplicado pelo custo do quilo do leite corrigido para 4% de gordura, e a receita bruta

é a produção de LCG 4% multiplicada pelo valor pago pelo quilo de leite, enquanto a renda por animal do leite compreende a receita bruta menos o custo total (Tabela 9).

O custo total e a receita bruta não diferiram entre as dietas (P>0,05), no entanto, a renda por animal foi maior nas dietas com silagem de cana-de-açúcar sem aditivo e com 1% de ureia e menor nas dietas com silagem de cana de açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO ou com 1% de CaO.

Tabela 9. Custo total (LCG 4%), receita bruta e renda líquida por animal do leite produzido por vacas mestiças alimentadas com dietas com silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio

Parâmetros	**Dietas**			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Custo total (LCG 4%)	11,74	11,18	12,91	12,64
Receita bruta	13,91	13,42	14,52	14,05
Renda/animal	2,16 a	2,24 a	1,61 b	1,40 b

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. LCG 4% = leite corrigido para 4% de gordura. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Apesar dos dados apresentados sobre a renda líquida terem apresentados melhores resultados com as dietas com silagem de cana de açúcar sem aditivo ou com 1% de uréia, o baixo consumo observado principalmente pela dieta com silagem com 1% de ureia levou a uma perda de peso significativa das vacas, podendo comprometer o desempenho produtivo e reprodutivo destes animais.

4. CONCLUSÕES

A análise econômica indica que a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia apresenta maior renda líquida por quilograma de leite produzido, no entanto, essa dieta proporciona baixo consumo e maior perda de peso, podendo afetar a produção de leite em períodos de suplementação mais longos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Ministério da Saúde; 2005.

CEPEA - ESALQ/USP. **Receita compensa gasto extra com dieta para rebanhos mais produtivos**. Boletim Técnico, dez.2007. Disponível em: http://www.cepea.esalq.usp.br/leite/boletim/162/insumos.pdf. Acesso em: 15/06/2012.

COSTA, L.T.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.J.V.; ROCHA NETO, A.L.; MENDES, F.B.L.; RODRIGUES, E.S.O.R.; SILVA, V.L. Análise econômica da adição de níveis crescentes de concentrado em dietas para vacas leiteiras mestiças alimentadas com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1115-1162, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção brasileira de leite por Unidades da Federação (em milhões de litros). Pesquisa Pecuária Municipal (2010). **Milk Point**. Disponível em: http://www.milkpoint.com.br/estatisticas/Producao_Estado.htm>. Acesso em: jan. 2012.

MARTINS, S.C.S.G.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CALDEIRA, L.A.; PIRES, D.A.A.; BARROS, I.C.; SALES, E.C.J.; SANTOS, C.C.R.; AGUIAR, A.C.R.; OLIVEIRA, C.R. Consumo, digestibilidade, produção de leite e análise econômica de dietas, com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.3, p.691-708, jul/set, 2011.

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

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. [2002]. **Instrução Normativa N.51.** Disponível em: http://www.agricultura.gov.br. Acesso em: 18/08/2012.

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

PERES, A.A.C.; VASQUEZ, H.M.; SOUZA, P.M. et al. Análise financeira de sistemas de produção de leite em pastagens: Indicadores econômicos e análise de sensibilidade. **In:** REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. Anais... São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2007. Sistemas de Produção e Agronegócio, J501.pdf. CD-ROM.

PERES, A.A.C.; VÁSQUEZ, H.M.; SOUZA, P.M.; SILVA, J.F.C.; VILLEDA, O.V.; SANTOS, F.C. Análise financeira e de sensibilidade de sistemas de produção de leite em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.38, n.10, p.2072-2078, 2009.

RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SANTOS, A.B.; FERREIRA, A.R.; BONOMO, P.; SILVA, F.F. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1911-1918, 2010.

SANTOS, F. A. P.; CARMO, C.A.; MARTINEZ, J.C. 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.

SCOT CONSULTORIA. **Aumento dos custos de produção domina reunião da Comissão Nacional de Pecuária de Leite.** Disponível em: www.scotconsultoria.com.br/notícias/agronegócio-na-mídia. Acesso em: 19/08/2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 3. ed. 2002. 235 p.

SKLAN, D. R.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A. 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.; OCONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

Superintendência de Política e Economia Agrícola – SEPEA. **Boletim Informativo do Agronegócio.** Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, Ed. Nº 07, Belo Horizonte – MG, julho, 2012.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. IN: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings…** Ithaca: Cornell University, 1999. P.176-185.

IX - CAPÍTULO VII

CORRELAÇÃO ENTRE CONSUMO E DIGESTIBILIDADE E O COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS LACTANTES ALIMENTADAS COM DIETAS COM SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADAS COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO

Resumo: Objetivou-se avaliar as correlações entre consumo, digestibilidade e o comportamento ingestivo de vacas lactantes. O experimento foi realizado no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - *Campus* Salinas, utilizando-se oito vacas mestiças 1/2 Holandês × Gir, em média, aos 100 dias de lactação e com produção média de 15 kg/leite/dia. As vacas foram distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4, compostos de quatro períodos, quatro dietas e quatro animais. As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas e continham uma das silagens de cana-de-açúcar: sem aditivo (controle); com 1% de ureia; com 0,5% de CaO + 0,5% de ureia; e com 1% de CaO. O período experimental teve duração de 60 dias, divididos em quatro períodos de 15 dias. O comportamento ingestivo foi avaliado no 13º dia, durante 24 horas. A cada intervalo de cinco minutos, os animais foram avaliados visualmente e seu comportamento (alimentação, ruminação ou ócio) foi registrado. Foram calculados os tempos totais de alimentação e mastigação, em minutos, durante 24 horas e os dados foram correlacionados aos dados de consumo e digestibilidade de nutrientes. Houve correlação positiva do tempo de alimentação (TA) com o consumo de matéria seca, tanto em kg (CMSKG) quanto em relação ao peso corporal (CMSPC) e ao peso corporal metabólico (CMSPCM). Houve correlação negativa do tempo de mastigação total (TMT) com os consumos de matéria seca, tanto em quilograma (CMSKG) quanto em relação ao peso corporal (CMSPC) e ao peso corporal metabólico (CMSPCM). Houve correlação negativa do TMT com os consumos de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não-fibroso (CNF), fibra em detergente neutro em quilograma (FDNKG), em relação ao peso corporal (FDNPC) e peso metabólico (FDNPM), carboidratos totais

(CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Não houve correlação, do tempo de alimentação (TA) com o consumo dos demais nutrientes: proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp), carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT). O tempo de alimentação teve, no entanto, correlação positiva com os consumos de matéria seca indigestível (CMSI) e fibra em detergente neutro indigestível (CFDNI) e correlação negativa entre o tempo de alimentação o tempo de matigação total (TMT). Não houve correlação (P>0,05) entre o tempo de alimentação e a digestibilidade de matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não-fibrosos (DCNF), carboidratos totais (DCT), matéria orgânica (DMO) e nutrientes digestíveis totais (NDT). O tempo de alimentação correlacionou-se negativamente (P<0,05) com a digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp). O tempo total de mastigação (TMT) não teve correlação com a digestibilidade PB, EE, CNF, CT e MO, mas teve correlação negativa (P<0,05) com a digestibilidade da MS e correlação positiva com a digestibilidade da FDNcp. O tempo de alimentação (TA) correlaciona positivamente com o consumo de matéria seca e da maioria dos nutrientes. As correlações entre o tempo mastigação total (TMT) e os consumos são altas e negativas. A digestilidade da fibra em detergente neutro relaciona tanto com o tempo de alimentação (TA) quanto com o tempo de mastigação total (TMT).

Palavras-chave: bovinos leiteiros, correlação, ensilagem, etologia, ingestão

IX - CHAPTER VII

CORRELATION BETWEEN INTAKE AND DIGESTIBILITY AND FEEDING BEHAVIOR OF LACTATING COWS FED DIETS CONTAINING SUGAR CANE SILAGES TREATED WITH UREA AND CALCIUM

Abstract: This work aimed to evaluate the correlation between intake, digestibility and feeding behavior of lactating cows. The experiment was conducted at Federal Institute of the North of Minas Gerais - *Campus* Salinas using eight cows crossbred 1/2 Holstein x Gir with 100 days lactation and average production of 15 kg/milk/day. The cows were arranged in two 4 x 4 Latin squares compound of the four periods, four diets and four animals. The diets were formulated to be isonitrogenous and compound diets were one on the silages sugar cane silage: without additive (control), sugar cane silage with 1% urea, sugar cane silage with 0.5% urea + 0.5% CaO, and sugar cane silage with 1% CaO. The experimental period lasted 60 days divided into four periods of 15 days. Feeding behavior was evaluated on the13th day for 24 hours. Every five minutes the animals were evaluated visually and their behavior (eating, ruminating or idleness) was recorded. We calculated the total feeding time and total chewing, in minutes, for 24 hours, and these data were correlated with the data of intake and digestibility of nutrients. There was positive correlation of feeding time (FT) with dry matter intake in kg (DMIKG), and also in relation to body weight (DMIBW) and metabolic body weight (DMIMBW). There was negative correlation between total chewing time (TCT) in relation to dry matter intake in kg (DMIKG), dry matter intake in relation to body weight (DMIBW), dry matter intake in relation to metabolic body weight (DMIMBW). There was no correlation between feeding time (FT) and the consumption of other nutrients: crude protein (CP), ether extract (EE), non-fiber carbohydrates (NFC), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFap), total carbohydrates (TC) and total digestible nutrients (TDN). There was negative correlation between TCT and nutrients intake. There was positive correlation between the FT and the indigestible dry matter intake (IDMI) and indigestible neutral detergent fiber (INDFI), but negative one

for total chewing time (TCT). There was no correlation (P> 0.05) between feeding time and dry matter digestibility (DMD), crude protein (CPD), ether extract (EED), the non-fibrous carbohydrates (NFCD), total carbohydrates (TCD), organic matter (OMD) and total digestible nutrients (TND). There was negative correlation (P <0.05) of the FT and the digestibility of neutral detergent fiber corrected for ash and protein (DNDFap). Regarding total chewing time (TCT), there was no correlation with the digestibility of the CP, EE, NFC, TC, OM, but there was negative correlation (P <0.05) of TCT with digestibility of the DM and positive one with NDFap. The feeding time (FT) correlates positively with the intake of dry matter and most of the nutrients. The correlations between total chewing time (TCT) and intakes are high and negative. The digestibility of neutral detergent fiber relates with both feeding time (FT) and total chewing time (TMT).

Keywords: dairy cattle, correlation, silage, ethology, intake

1 INTRODUÇÃO

O consumo é o melhor parâmetro para avaliar o desempenho animal, porém, alguns fatores limitam o consumo em animais ruminantes. Esses fatores podem ser físicos, como o teor de fibra em detergente neutro (FDN), e químico, como o teor de energia líquida da dieta. Existem também aqueles relacionados à palatabilidade dos alimentos, como os sabores ácido e amargo e os odores fortes.

Um dos fatores limitantes ao uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes é o enchimento físico proporcionado pela baixa qualidade da fibra, devido ao complexo formado pela FDN com a lignina. No entanto, a silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos apresenta melhor qualidade da FDN, uma vez que os aditivos promovem a solubilização de parte dos componentes da fibra, o que, de certa forma, melhora o consumo. Por outro lado, a perda de açúcar solúvel (sacarose) pela fermentação alcoólica diminui a qualidade nutricional dessa forrageira. O consumo por um animal em confinamento pode ser mensurado subtraindo-se as sobras no cocho do total de alimento fornecido. Esse manejo requer mão-de-obra e tempo e é uma prática necessária na coleta de dados em experimentos para avaliação de desempenho animal.

O comportamento ingestivo é uma forma indireta de avaliar o consumo animal por meio da avaliação visual. O conhecimento do comportamento ingestivo dos

animais, de acordo com a dieta fornecida, é de grande importância para avaliação de seu desempenho produtivo, pois inclui variáveis comportamentais que podem ser utilizadas para nortear a avaliação da dieta (Missio et al., 2010). Segundo Santana Júnior et al. (2012), o número de estudos de comportamento ingestivo de ruminantes tem elevado consideravelmente, por sua relevância na interpretação dos efeitos encontrados nas pesquisas. Entretanto, associações entre variáveis comportamentais e metabólicas têm sido encontradas nas discussões dos trabalhos, na maioria das vezes sem o devido embasamento científico dessas relações.

A digestibilidade do alimento é a capacidade do animal de aproveitar seus nutrientes em maior ou menor escala expressa pelo coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e pode ser influenciada tanto pelo animal como pelo alimento (Silva e Leão, 1979). A digestibilidade é reconhecidamente um dos principais parâmetros do valor nutritivo. Por definição nutricional, a digestibilidade aparente de um alimento ou da dieta compreende a fração ingerida que é aparentemente absorvida durante a passagem pelo trato gastrointestinal. Existe uma correlação positiva entre o consumo e a digestibilidade do alimento e isso pode ser avaliado pelo comportamento ingestivo. O maior tempo despendido em ócio em detrimento ao tempo de alimentação ocasionará redução do consumo.

Desse modo, objetivou-se avaliar a correlação entre o consumo, a digestibilidade e o comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e óxido de cálcio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de junho a setembro de 2011, no Setor de Bovinocultura do IFNMG – *Campus* Salinas, localizado na cidade de Salinas, no norte de Minas Gerais. Foram utilizadas oito vacas mestiças 1/2 Holandês × Gir, em média aos 100 dias de lactação e com produção média de 15 kg leite/dia.

As vacas foram distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4, compostos de quatro animais, quatro dietas e quatro períodos. O experimento teve duração de 60 dias, divididos em quatro períodos de 15 dias, de modo que os 12 primeiros dias foram destinados à adaptação e os três últimos, às coletas de dados (Santos et al., 2006).

Foram utilizadas quatro dietas experimentais, formuladas com uma das silagens de cana-de-açúcar: sem aditivo; com 1% de ureia; com 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio (CaO); ou com 1% de CaO.

As silagens de cana-de-açúcar foram produzidas em maio de 2011. A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade SP 79-1011, com rendimento de 140 t/ha/ano, no terceiro corte. A cana-de-açúcar foi cortada manualmente no campo, sem a despalha, e picada em ensiladeira de forragem estacionária, acoplada ao trator. Posteriormente, a cana-de-açúcar picada foi transportada para o local destinado à confecção dos silos de superfície. Foram feitos quatro silos de superfície: no primeiro silo, não foi utilizado nenhum aditivo; no segundo, foi adicionada ureia, a seco, na proporção de 1% da matéria natural; no terceiro, foram adicionados ureia (0,5%) + óxido de cálcio (0,5%); e, no quarto silo, foi adicionado CaO, na proporção de 1% da matéria natural. Após a mistura dos aditivos químicos, em camadas de 30 cm, foi feita a compactação do silo com trator, obtendo-se ao final uma densidade de 500 kg/m³. O silo foi coberto com lona dupla-face e vedado nas laterais com terra. As silagens foram mantidas armazenadas por um período de 60 dias.

As oito vacas foram mantidas em baias individuais de 20 m² com parte do piso calçado de concreto e parte de terra batida, separadas por cerca de arame liso com área coberta de 6 m², dotadas de cochos e bebedouros. As vacas foram ordenhadas com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 7:30 e às 15:30.

As dietas foram formuladas conforme preconizado pelo NRC (2001) para ser isoproteicas e para atender a uma produção média de 15 kg/leite/dia. A proporção de volumoso:concentrado das dietas foi de aproximadamente 55:45, com base na matéria seca, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Composição em ingredientes das dietas

Ingredientes	**Dietas (% MS)**			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Silagem de cana-de-açúcar	54,21	55,15	54,67	54,21
Fubá de milho	35,68	34,48	35,09	35,68
Farelo de soja	6,33	8,36	7,33	6,33
Mistura mineral	1,05	1,07	1,06	1,05
Fosfato bicálcico	0,57	0,53	0,55	0,57
Calcário	0,38	0,41	0,40	0,38
Ureia	1,77	0,00	0,89	1,77

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

A dieta completa foi fornecida duas vezes ao dia, às 08:00 e às 16:00, e o consumo ajustado diariamente de acordo com as sobras, que deveriam corresponder a 10% do fornecido. O consumo foi estimado como a quantidade fornecida subtraídas as sobras.

A composição nutricional dos alimentos é demonstrada na Tabela 2. Foram realizadas as análises da composição química para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lignina (LIG), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO) e cinzas, conforme procedimentos descritos por Siva e Queiroz (2002).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram estimados segundo recomendações de Mertens (2002). As correções quanto aos teores de cinzas e proteína contidos na FDN e na FDA foram conduzidas conforme recomendações de Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

Os carboidratos totais (CT) foram obtidos por meio da equação (Sniffen et al., 1992): 100 – (%PB + %EE + %CINZA), enquanto os carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CT e FDNcp.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), porém utilizando-se a FDN e os CNF corrigidos para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$\text{NDT (\%)} = \text{PBD} + \text{FDNDcp} + \text{CNFDcp} + 2{,}25\ \text{EED},$$

em que: PBD = PB digestível; FDNcp = FDNcp digestível; CNFcp = CNFcp digestível; EED = EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados das silagens foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Para avaliação dos teores de matéria seca indigerível (MSi) e fibra em detergente neutro indigerível (FDNi), foram utilizados saquinhos confeccionados em tecidos TNT (100 g/m^2), conforme descrito por Casali et al. (2009), com dimensões de 4 × 5 cm. As amostras de alimentos, sobras e fezes foram processadas em moinho tipo Willey com peneira de porosidade de 2 mm e individualmente acondicionadas em sacos de TNT, seguindo-se a relação de 20 mg de MS/cm^2 de superfície.

Posteriormente, os sacos foram incubados no rúmen de um bovino com fístula permanente durante 240 horas (Casali et al., 2008). Após esse período, foram retirados do rúmen, lavados com água corrente até o total clareamento desta, submetidos à extração com detergente neutro em autoclave (100°C/1 hora) (Mertens, 2002). Após

esse tratamento, os sacos foram sequencialmente lavados em água destilada quente e acetona e secos em estufa não-ventilada, a 105 °C durante 2 horas.

Em seguida, os sacos de TNT foram acondicionados em dessecador e pesados. Nos procedimentos de pesagem, o manejo dos sacos no dessecador foi limitado a 20 unidades, a fim de se evitar problemas de acúmulo de umidade em função da higroscopicidade da fibra. O resíduo obtido foi considerado FDNi.

A produção de MS fecal foi estimada por meio da divisão do consumo do indicador (FDNi) pela sua concentração nas fezes. O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) foi calculado conforme descrito por Silva & Leão (1979):

CDA = (nutriente ingerido – nutriente excretado / nutriente ingerido) x 100

Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais

Nutrientes	**Dietas**			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Matéria seca (%)	52,03	51,44	52,51	52,51
Matéria mineral (%MS)	6,85	8,17	6,83	8,33
Proteína bruta (%MS)	14,08	14,58	14,20	13,44
Extrato etéreo (%MS)	2,14	1,94	2,29	2,13
FDNcp (%MS)	43,05	40,04	40,69	37,35
FDA (%MS)	35,86	34,73	33,34	31,36
Lignina (%MS)	5,14	4,92	4,54	4,32
CNFcp (%MS)	43,05	40,04	40,09	37,35
Carboidratos totais (%MS)	72,69	69,38	72,12	71,85
NDT[1] (%MS)	60,40	57,78	59,43	59,29
FDNi (%MS)	22,13	22,02	18,64	18,54
MSi (%MS)	26,39	26,16	22,91	24,23

[1] Estimado pelo NRC (2001); MN = matéria natural; MS = matéria seca; NDT = nutrientes digestíveis totais; FDNi = fibra em detergente neutro indigestível; MSi = matéria seca indigerível. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

As oito vacas foram submetidas à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo durante 24 horas de cada período experimental após o período de adaptação. No mesmo dia, foram realizadas as contagens do número de mastigações merícicas e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal utilizando-se um cronômetro digital. No período de 24 horas, foi feita a observação visual de cada animal a cada 5 minutos, para determinação dos tempos despendidos com alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO) e dosdos períodos de alimentação (NPA), ruminação (NPR) e ócio (NPO). Os valores do tempo despendido e do número

de mastigações merícicas por bolo ruminal foram obtidos a partir das observações feitas durante a ruminação de três bolos ruminados, em três períodos diferentes do dia (9:00 às 11:00; 13:00 às 15:00 e 17:00 às 19:00).

Durante a observação noturna das vacas, o ambiente foi mantido com iluminação artificial. O número de mastigações merícicas em 24 horas, ou tempo de mastigação total (TMT), foi obtido mediante a multiplicação do tempo médio de ruminação nas 24 horas do dia pelo número de mastigações merícicas por minuto. O número médio de bolos ruminados em 24 horas foi obtido pela divisão do tempo médio de ruminação, nas 24 horas do dia, pelo tempo médio de mastigações por bolo. A partir desses dados, foi calculada também a duração dos períodos de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO), em minutos por período.

As variáveis comportamentais estudadas foram o tempo de alimentação e o tempo de mastigação total. O tempo de alimentação é o tempo despendido em alimentação no cocho, em minutos, e o tempo de mastigação total, a soma do tempo de alimentação mais o tempo de ruminação, em minutos.

As correlações foram feitas por meio de análise das correlações lineares de Pearson e do teste t e processadas pelo programa SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas, sendo consideradas significativas quando $P<0,05$.

Foram avaliados os seguintes parâmetros de consumo: consumo de matéria seca em kg/dia (CMSKG), em relação ao peso corporal (CMSPC) e em relação ao peso metabólico (CMSPCM); consumo de proteína bruta em kg/dia (CPBKG); consumo de extrato etéreo em kg/dia (CEEKG); consumo de matéria orgânica em kg/dia (CMOKG); consumo de matéria orgânica em relação ao peso corporal (CMOPC); consumo de carboidratos não-fibrosos, em kg/dia (CCNFKG); consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína em kg/dia (CFDNcpKG); consumo de fibra em detergente neutro em relação ao peso corporal (CFDNPC); consumo de fibra em detergente neutro em relação ao peso metabólico (CFDNPM); consumo de nutrientes digestíveis totais, em kg/dia (CNDTKG); consumo de carboidratos totais, em kg/dia (CCTKG); consumo de matéria seca indigestível, em kg/dia (CMSiKG); consumo de fibra em detergente neutro indigestível, em kg/dia (CFDNiKG).

Avaliaram-se ainda os parâmetros de digestibilidadeda matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não-fibrosos (DCNF), carboidratos totais (DCT), matéria orgânica (DMO) e nutrientes digestíveis totais (DNDT).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, não foram apresentados os valores de correlação de algumas variáveis (Tabelas 3 e 4), devido à significância, que foi superior ao nível considerado (P<0,05). Houve correlação positiva do tempo de alimentação com o consumo de matéria seca, tanto em kg/dia como em relação ao peso corporal e ao peso corporal metabólico. À medida que o tempo de alimentação (TA) aumentou o consumo de MS também elevou. Da mesma forma, a correlação foi positiva (P<0,05) entre o tempo de alimentação (TA) com os consumos de matéria orgânica (CMO) e fibra em detergente neutro em relação ao peso corporal e em relação ao peso corporal metabólico (CFDNPC e CFDNPCM) e os consumos de matéria seca indigestível (CMSI) e fibra em detergente neutro indigestível (CFDNI) (Tabela 3).

Tabela 3. Correlações lineares entre o consumo e o comportamento ingestivo em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar com ureia e óxido de cálcio

Variável	Alimentação (TA)		Tempo de mastigação total (TMT)	
	r	p	r	p
CMSkg	0,3510	0,0245	-0,8684	0,0000
CMSPC	0,5193	0,0012	-0,6277	0,0001
CMSPCM	0,4910	0,0022	-0,7048	0,0000
CPBKG	-----	-----	-0,5073	0,0015
CEEKG	-----	-----	-0,6278	0,0001
CMOKG	0,3599	0,0215	-0,8606	0,0000
CMOPC	0,5263	0,0010	-0,6157	0,0001
CCNFKG	-----	-----	-0,8072	0,0000
CFDNKG	-----	-----	-0,7931	0,0000
CFDNPC	0,4441	0,0054	-0,4991	0,0018
CFDNPCM	0,4097	0,0099	-0,5936	0,0002
CNDTKG	-----	-----	-0,7630	0,0000
CCTKG	-----	-----	-0,8599	0,0000
CMSiKG	0,3426	0,0275	-0,6993	0,0000
CFDNiKG	0,3185	0,0378	-0,6799	0,0000

TA = tempo de alimentação; TMT = tempo de mastigação total; CMSKg = consumo de matéria seca em kg, CMSPC = consumo de matéria seca em relação ao peso corporal; CMSPCM = consumo de matéria seca em relação ao peso corporal metabólico; CPBKG = consumo de proteína bruta em kg, CEEKG = consumo de extrato etéreo em kg; CMOKG = consumo de matéria orgânica em kg; CMOPC = consumo de matéria orgânica em relação ao peso vivo; CCNFKG = consumo de carboidratos não-fibrosos em kg; CFDNKG = consumo de fibra em detergente neutro em kg; CFDNPC = consumo de fibra em detergente neutro em relação ao peso corporal; CFDNPCM = consumo de fibra em detergente neutro em relação ao peso corporal metabólico; CNDTKGD = consumo de nutrientes digestíveis totais em kg; CMSiKG= consumo de matéria seca indigestível em kg; CFDNiKG = consumo de fibra em detergente neutro indigestível em kg.

Diante desses resultados, pode-se inferir que estão relacionadas ao tempo de alimentação as variáveis de consumo, salvo os consumos de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos não-fibrosos (CCNF), fibra em detergente neutro em quilograma (CFDKG), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e carboidratos totais (CCT), as quais não apresentaram correlação com o tempo de alimentação.

As correlações foram altas e negativas entre o tempo de mastigação total (TMT) e os consumos de matéria seca (CMSKG), proteína bruta (CPBKG), extrato etéreo (CEEKG), matéria orgânica em kg/dia (CMOKG), matéria orgânica em relação ao peso corporal (CMOPC), carboidratos não-fibrosos (CCNFKG), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (CFDNcpKG), fibra em detergente neutro em relação ao peso corporal (CFDNPC) e em relação ao peso metabólico (CFDNPCM), carboidratos totais (CCTKG) e nutrientes digestíveis totais (CNDTKG). Esses resultados comprovam que, com o aumento do tempo de mastigação total, houve diminuição dos consumos (Tabela 3).

Na literatura, os trabalhos que incluem estudos da correlação dos parâmetros comportamentais com as variáveis de consumo de matéria seca e dos nutrientes em vacas lactantes são escassos.

Santana Júnior (2012) correlacionou o tempo de pastejo de novilhas em recria a pasto com o consumo de MS e dos nutrientes e, observou que o tempo de pastejo não apresentou correlação com nenhuma das variáveis de consumo. Também não encontrou correlação do tempo de mastigação total com o consumo da maioria dos nutrientes, exceto com o CFDN%, cuja correlação foi negativa ($P<0,05$). Eses resultados diferem dos obtidos por Gontijo Neto et al. (2006), que relataram que o tempo de pastejo é altamente correlacionado ao consumo de forragem e pode ser utilizado no desenvolvimento de modelos de predição de consumo de forragem e desempenho animal em pastejo. Esses autores citam que a correlação negativa entre o consumo e tempo de pastejo ou a ausência de correlação não é intrínseca ao consumo, mas às características do dossel, como altura da forrageira e relação folha:caule, que não contribuem para elevação do consumo.

Neste estudo, com vacas mestiças confinadas, a correlação foi positiva entre o tempo de alimentação (TA) e o CMSKG, CMOKG e CMOPV, CFDNPC e CFDNPCM, CMSikg e CFDNikg e não houve correlaçãopara os demais nutrientes.Estes dados diferem aqueles encontrados por Gontijo Neto et al. (2006), embora esses autores

tenhamtrabalhado com animais em pastejo, diferentemente de animais em confinamento, que recebem uma dieta balanceada e mais homogênea.

O tempo de mastigação total, no entanto, teve correlação negativa com o consumo de todos os nutrientes avaliados. O TMT corresponde ao tempo de mastigação total, incluindo a ruminação e a mastigação. Desta forma, quanto maior o tempo despendido para mastigação e ruminação, menor o consumo. Assim, pode-se inferir que os resultados encontrados neste trabalho eram esperados, porém são necessários mais estudos para que os dados encontrados possam ser utilizados no desenvolvimento de modelos de predição de consumo (Tabela 3).

Não houve correlação (P>0,05) entre o tempo de alimentação e a digestibilidade de matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não-fibrosos (DCNF), carboidratos totais (DCT), matéria orgânica (DMO) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Verificou-se correlação negativa (P<0,05) do tempo de alimentação (TA) com a digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (DFDNcp). Não houve correlação do tempo total de mastigação (TMT) com a DPB, DEE, DCNFcp, DCT, DMO, mas houve correlação negativa (P<0,05) do TMT com a DMS e positiva com a DFDNcp (Tabela 4).

Tabela 4. Correlações lineares entre o comportamento ingestivo e a digestibilidade dos nutrientes em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio

Variável	**Alimentação (TA)**		**Tempo de mastigação total (TMT)**	
	r	**p**	**r**	**p**
DMS	-----	-----	-0,3011	0,0470
DPB	-----	-----	-----	-----
DEE	-----	-----	-----	-----
DCNF	-----	-----	-----	-----
DFDNcp	-0,3363	0,0299	0,4150	0,0091
DCT	-----	-----	-----	-----
DMO	-----	-----	-----	-----
NDT	-----	-----	-----	-----

DMS = digestibilidade da matéria seca; DPB = digestibilidade da proteína bruta;DEE = digestibilidade do extrato etéreo, DCNF = digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos; DFDNcp = digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; DCT = digestibilidade dos carboidratos totais, DMO = digestibilidade da matéria orgânica; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Santana Júnior et al. (2012) também não encontraram correlações (P>0,05) entre o tempo de pastejo (PAS) e o tempo de alimentação total (TAT) com as variáveis de digestibilidade dos nutrientes (DMS, DPB, DEE, DCNF, DCT, DMO, NDT). Contudo, diferentemente dos resultados encontrados neste trabalho, observou-se correlação

positiva do PAS e TAT com a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN). Os autores justificaram que essa correlação do tempo de pastejo com o coeficiene de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) ocorreu provavelmente, devido à taxa de passagem do volumoso, uma vez que é limitante o efeito de enchimento provocado pela FDN em animais em pastagens tropicais, pois, quanto maior a digestibilidade da FDN, menor o seu tempo no rúmen, propiciando assim, maior oportunidade de pastejo do animal.

Alguns fatores podem justificar essa divergência entre os resultados encontrados pelos autores citados e os resultados encontrados neste estudo. Um desses fatores é o tipo de dieta, pois os autores supracitados avaliaram o desempenho de novilhas em pastejo e, portanto, os animais puderam selecionar e consumir as porções mais digestíveis da forrageira. Ao contrário, neste estudo, com o fornecimento de uma dieta composta de silagem de cana-de-açúcar e com relação volumoso:concentrado de aproximadamente 55:45, houve correlação negativa entre o tempo de alimentação e a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDNcp). Este resultado pode ser explicado pelas limitações físicas relacionadas à degradação do alimento e ao fluxo da digesta pelo rúmen e outras partes do aparelho gastrointestinal (Berchielli et al., 2006). Dessa forma, a correlação positiva entre o TMT e a DFDNcp pode esclarecer os resultados encontrados neste estudo, pois o maior tempo despendido em mastigação e ruminação (TMT) teve relação positiva com a digestiblidade da fibra em detergente neutro. No entanto, a relação do TMT com a digestibilidade da matéria seca (DMS) foi negativa. Como a dieta é composta de aproximadamente 45% de concentrado com base na MS, o maior tempo despendido com mastigação provavelmente foi devido à baixa degradabilidade da FDN, que ocasionou redução da digestibilidade da matéria seca.

4 CONCLUSÕES

O tempo de alimentação correlaciona positivamente com o consumo da matéria seca e da maioria dos nutrientes. As correlações entre o tempo mastigação total e o consumo são altas e negativas. A fibra em detergente neutro se correlaciona, tanto com o tempo de alimentação quanto com o tempo mastigação total. A relação entre o tempo de mastigação total e a digestibilidade da matéria seca é negativa.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. 2006. **Nutrição de ruminantes**. In: Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. (Eds.). 1ª ed. FUNEP. Jaboticabal. p. 583.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.130-138, 2009.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

GONTIJO NETO, M.M.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JUNIOR, D. et al. Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.35, n.1, p.60-66, 2006.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

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

MISSIO, R.L.;BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C. et al. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1571-1578, 2010.

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

SANTANA JÚNIOR, H.A.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F. Correlação entre desempenho e comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.1, p.367-376, jan/fev. 2012.

SANTOS, F. A. P.,CARMO, C.A.; MARTINEZ, J.C. 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.

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

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST; P. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. **Journal of Dairy Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. IN: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings…** Ithaca: Cornell University, 1999. P.176-185.

X - CAPÍTULO VIII

CORRELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS LACTANTES ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADAS COM UREIA E ÓXIDO DE CÁLCIO

Resumo: Objetivou-se avaliar as correlações entre produção e composição do leite e o comportamento ingestivo de vacas lactantes. O experimento foi realizado no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus* Salinas, utilizando-se oito vacas mestiças 1/2 Holandês × Gir aos 100 dias de lactação, em média, com produção média de 15 kg/leite/dia. As vacas foram distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4, compostos de quatro períodos, quatro dietas e quatro animais. As dietas foram formuladas para ser isonitrogenadas, com relação volumoso:concentrado de aproximadamente 55:45. Como volumoso, foram avaliadas quatro silagens de cana-de-açúcar: sem aditivo (controle); com 1% de ureia; com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; ou com 1% de CaO. O período experimental teve duração de 60 dias, divididos em quatro períodos de 15 dias. O comportamento ingestivo foi avaliado no 13º dia de cada período experimental, durante 24 horas, a cada cinco minutos. A partir dos dados, foram determinadas 24 variáveis comportamentais, as quais foram correlacionadas aos dados de produção e composição do leite. Houve correlação positiva entre os tempos de alimentação e ruminação; o número de bolos ruminados no dia; o número de mastigações merícicas no dia; o tempo total de mastigação hora/dia; o número de refeições no dia; os minutos por período de ruminação; os minutos por refeição; os minutos por período de ócio; o consumo de matéria seca grama/dia; o consumo de fibra em detergente neutro/dia; as eficiências de ruminação em gramas de matéria seca/hora e em gramas de fibra em detergente neutro/hora; a quantidade de matéria seca por bolo, em g/bolo; grama de fibra em detergente neutro/bolo; e minutos por kg de fibra em detergente neutro ruminado com a produção de leite em kg/dia. A correlação foi negativa entre o tempo de ócio; os minutos por período de ócio, o consumo em minutos por kg de matéria seca; o consumo em minutos por kg de fibra em detergente neutro; os minuto por kg de matéria seca

ruminada; os minutos por kg de fibra em detergente neutro ruminado e o tempo de mastigação total em minutos com a produção de leite kg/dia. Houve correlação positiva dos tempos de alimentação e ruminação, do número de mastigações merícicas no dia, do tempo total de mastigação (em horas/dia), do período de ócio (em minutos/período), dos minutos por período de ócio, dos consumos de matéria seca (g/dia) e fibra em detergente neutro/dia, das eficiências de ruminação em gramas de matéria seca/hora e em grama de fibra em detergente neutro/hora e das quantidades de matéria seca por bolo (em g) e fibra em detergente neutro/bolo (em g) com a produção de leite corrigida para 4% de gordura (LCG4%), em kg/dia. Houve correlação positiva entre o número de períodos ruminados no dia, número período de ócio, quilo de matéria seca por refeição com o percentual de gordura do leite, e correlação negativa com o número de refeições no dia, os minutos por refeição e os minutos por kg de fibra em detergente neutro ruminado. Houve correlação positiva entre o tempo em ócio, número de períodos ruminados no dia, o número período de ócio e a quantidade de fibra em detergente neutro por refeição (em kg) com o percentual de proteína do leite, e correlação negativa com o tempo de alimentação, o número de refeições no dia e os minutos por refeição. Não houve correlação entre o nitrogênio ureico com nenhuma das variáveis comportamentais avaliadas. Apesar dos baixos valores das correlações, pode-se inferir, a partir dos resultados encontrados, que os dados podem ser utilizados no desenvolvimento de modelos de predição de produção e composição de leite a partir das variáveis de comportamento ingestivo. No entanto, recomendam-se mais estudos de correlação com vacas lactantes em confinamento, atendo em vista a escassez de trabalhos com esse enfoque.

Palavras-chave: aditivos, ensilagem, etologia, leite

X - CHAPTER VIII

CORRELATION BETWEEN PRODUCTION AND MILK COMPOSITION AND FEEDING BEHAVIOR OF LACTATING COWS FED DIETS CONTAINING SUGAR CANE SILAGE WITH UREA AND CALCIUM OXIDE

Abstract: This work aimed to evaluate the correlations between production and milk composition and feeding behavior of lactating cows. The experiment was conducted at Federal Institute of the North of Minas Gerais - *Campus* Salinas. Eight crossbred cows (1/2 HO x Gir) the 100 days of the lactation with an average production of 15 kg/milk/day. The cows were arranged in two 4 x 4 Latin squares conpound of the four periods, four diets and four animals). The diets were formulated to be isonitrogenous with roughage: concentrate ratio of approximately 55:45. As forage, were evaluate four silages sugar cane: without additive (control), with 1% urea, with 0.5% urea + 0.5% CaO and with 1% CaO. The experimental period lasted 60 days divided into four periods of 15 days. Feeding behavior was assessed on the 13 day of each experimental period, for 24 hours, every five minutes. From the data 24 behavioral variables were determined, which were correlated with the data of production and milk composition. There was positive correlation between feeding times, rumination, number of ruminated bolus in the day, number of chews in the day, Total chewing time hour/day, number of meals in the day, minutes per rumination period, minutes per meal, minutes per idleness period, dry matter intake grass /day, neutral detergent fiber intake /day, rumination efficiency in grams of dry matter/hour, rumination efficiency in gram of neutral detergent fiber/hour, gram of dry matter per bolus, gram of neutral detergent fiber/bolus and minute per kg of ruminated neutral detergent fiber with milk production in kg/day. There was negative correlation between the idle time, minutes per rumination period, intake in minute per kg of dry matter, intake in minute per kg of neutral detergent fiber, minute per kg of ruminated dry matter, minute per kg of ruminated neutral detergent fiber, total chewing in minutes with milk production kg/day. There was positive correlation of feeding time, rumination time (hour/day), number of chews a day, total

chewing, idle period (minutes/per), dry matter intake (gram/day), neutral detergent fiber intake/day, rumination efficiency in gram of dry matter/hour, rumination efficiency (in gram) of neutral detergent fiber/hour, of dry matter per bolus (in gram) and of neutral detergent fiber/bolus (in gram) with milk production corrected to 4% fat in kg/day. There was positive correlation between the number of periods ruminated a day, number of idle period, kilogram of dry matter per meal with the percentage of milk fat; and negative correlation for number of meals a day, minutes per meal minute per kg of neutral detergent fiber. There was positive correlation between idle time, number of periods ruminated a day, number of idle period, kilogram of neutral detergent fiber per meal and the percentage of milk protein; and negative with feeding time, number of meals a day and minutes per meal. There was no correlation between the urea nitrogen and any of the behavioral variables assessed. Despite the low values of the correlations can be inferred from the results, the data can be used to develop models to predict yield and composition of milk from the feeding behavior variables. However, further studies are recommended correlation with lactating cows in feedlot, sticking to the scarcity of works focusing on this.

Keywords: additives, ensilage, ethology, milk

1 INTRODUÇÃO

A produção e a composição do leite de vacas são altamente influenciadas pela alimentação, que, por sua vez, pode alterar os padrões de comportamento alimentar. O consumo de matéria seca por uma vaca deve atender às suas exigências de mantença, produção de leite e, ainda, de composição do leite. Atualmente, as indústrias de processamento de leite pagam por qualidade e exigem maior teor de sólidos totais do leite, ou seja, mais gordura, proteína e lactose. Para isso, as dietas dos animais devem ser bem balanceadas e o consumo deve ser adequado para atender às exigências nutricionais do animal.

A cana-de-açúcar é uma forrageira de grande potencial produtivo, com produção de mais de 50 t/ha/ano de matéria seca em um corte anual. Apesar das perdas de matéria seca na ensilagem, esse processo de conservação da forrageira garante o fornecimento de volumoso nos períodos críticos de estiagem, além de ganho com operacionalidade e aumento da vida útil do canavial. Com o intuito de melhorar os padrões de conservação da silagem de cana-de-açúcar, aditivos químicos, como o óxido de cálcio, ureia, entre outros, têm sido testados para que a ensilagem da cana-de-açúcar se torne uma alternativa viável e rentável (Ribeiro et al. 2010). O óxido de cálcio, quando adicionado na ensilagem de forrageiras tropiciais, como a cana-de-açúcar, no momento da ensilagem, age aumentando o pH do material e contribuindo para redução da população de leveduras que consomem o açúcar e transformam em álcool (Cavali et al., 2006). Da mesma forma, a ureia em meio aquoso é transformada em amônia, aumentando o pH da silagem da cana-de-açúcar e inibindo a produção de álcool pelas leveduras (Kung Júnior et al., 2003).

Segundo Queiroz et al. (2008), a ensilagem de cana-de-açúcar é uma alternativa tecnicamente viável à utilização da planta *in natura* e ambas as técnicas podem proporcionar elevadas produções de leite, desde que as dietas sejam corretamente balanceadas.

Considerando, então, a importância do comportamento ingestivo na avalicação de dietas, já comprovada em diversos estudos (Carvalho et al., 2004, Silva et al. 2004), variáveis comportamentais podem estar correlacionadas às características de produção e composição do leite e, portanto, é pertinente estudá-las. O gado leiteiro pode modificar o comportamento ingestivo de acordo com o tipo, a quantidade e acessibilidade do alimento e às práticas de manejo (Olivo et al., 2008; Oliveira et al., 2011), fatores que podem estar ou não correlacionadas aos fatores produtivos.

Neste estudo, objetivou-se avaliar as correlações entre a produção e a composição do leite e o comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio e ureia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura do IFNMG – *Campus* Salinas, localizado na cidade de Salinas, no norte de Minas Gerais. Foram utilizadas oito vacas mestiças 1/2 Holandês × Gir, aos 100 dias de lactação, em média, com produção inicial média de 15 kg/leite/dia. As vacas foram distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4, compostos de quatro animais, quatro dietas e quatro períodos. O experimento teve duração de 60 dias, divididos em quatro períodos de 15 dias, de modo que os 12 primeiros dias foram destinados à adaptação e os três últimos, à coleta de dados, segundo metodologia descrita por Santos et al. (2006).

Foram utilizadas quatro dietas experimentais, formuladas com silagens de cana-de-açúcar sem aditivo (controle) ou tratadas com 1% de ureia, 0,5% de ureia + 0,5% de óxido de cálcio (CaO) ou 1% de CaO.

Foram feitos quatro silos de superfície: no primeiro silo, não foi utilizado nenhum aditivo (controle); no segundo foi adicionada ureia, a seco, na proporção de 1% da matéria natural; no terceiro silo, foram adicionados ureia (0,5%) + óxido de cálcio (0,5%); e, no quarto silo, foi adicionado CaO, 1% da matéria natural. Após a mistura dos aditivos químicos, em camadas de 30 cm, foi feita a compactação do silo com trator, obtendo-se ao final uma densidade de 500 kg/m³. O silo foi coberto com lona dupla-face e vedado nas laterais com terra. As silagens foram mantidas armazenadas por um período de 60 dias.

As oito vacas foram mantidas em baias individuais de 20 m² com parte do piso calçado de concreto e parte de terra batida, separadas por cerca de arame liso, com área coberta de 6 m², dotadas de cochos e bebedouros. As vacas foram ordenhadas com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 7:30 e às 15:30.

As dietas foram formuladas conforme o NRC (2001) para ser isonitrogenadas e atender a uma produção média de 15 kg/leite/dia. A proporção de volumoso:concentrado das dietas foi de aproximadamente 55:45 com base na matéria seca (Tabela 1).

A dieta completa foi fornecida duas vezes ao dia, às 08:00 e às 16:00 e o consumo ajustado diariamente de acordo com a quantidade de sobras, que deveria ser de

aproximadamente 10% do fornecido. O consumo foi estimado como a quantidade fornecida subtraídas as sobras.

Tabela 1. Composição em ingredientes das dietas

Ingredientes	Dietas (% MS)			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR +0,5% CaO**	**1% UR**
Silagem de cana-de-açúcar	54,21	55,15	54,67	54,21
Fubá de milho	35,68	34,48	35,09	35,68
Farelo de soja	6,33	8,36	7,33	6,33
Mistura mineral	1,05	1,07	1,06	1,05
Fosfato bicálcico	0,57	0,53	0,55	0,57
Calcário	0,38	0,41	0,40	0,38
Ureia	1,77	0,00	0,89	1,77

Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Para avaliação da composição química das dietas (Tabela 2), foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). O teor de FDN corrigido para cinza e proteína foi determinado segundo recomendações de Mertens (2002). O conteúdo de carboidratos totais (CT) foi avaliado por meio da equação (Sniffen et al., 1992): 100 – (%PB + %EE + %CINZA) e o de carboidratos não-fibrosos (CNFcp), pela diferença entre CT e FDNcp. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), porém utilizando-se a FDN e os CNF corrigidos para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT\ (\%) = PBD + FDNDcp + CNFDcp + 2{,}25\ EED,$$

em que:

PBD = PB digestível;

FDNcp = FDNcp digestível;

CNFDcp = CNFcp digestível;

EED = EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados das silagens foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais

Nutrientes	Dietas			
	Sem aditivo	**1% UR**	**0,5% UR + 0,5% CaO**	**1% CaO**
Matéria seca (%MN)	52,03	51,44	52,51	52,51
Matéria mineral (%MS)	6,85	8,17	6,83	8,33
Proteína bruta (%MS)	14,08	14,58	14,20	13,44
Extrato etéreo (%MS)	2,14	1,94	2,29	2,13
FDNcp (%MS)	43,05	40,04	40,69	37,35
FDA (%MS)	35,86	34,73	33,34	31,36
Lignina (%MS)	5,14	4,92	4,54	4,32
CNFcp (%MS)	43,05	40,04	40,09	37,35
Carboidratos totais (%MS)	72,69	69,38	72,12	71,85
NDT (%MS)	60,40	57,78	59,43	59,29
FDNi (%MS)	22,13	22,02	18,64	18,54
MSi (%MS)	26,39	26,16	22,91	24,23

MN = matéria natural; MS = matéria seca; NDT = nutrientes digestíveis totais; FDNi = fibra em detergente neutro indigestível; MSi = matéria seca indigestível. Sem aditivo = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; 1% UR = silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia; 0,5% UR + 0,5% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO; 1% CaO = silagem de cana-de-açúcar com 1% de CaO.

Nos últimos três dias de cada período experimental, foram registradas as produções individuais de leite e coletadas amostras do leite de cada animal, duas vezes ao dia, para análises físico-químicas e determinação da acidez alizarol, da acidez titulável (ºD), do pH, da densidade a 15 ºC, pelo termolactodensímetro de Quevenne; dos percentuais de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado e N-ureico, pelo método infra-vermelho – PO ANA 009; e contagem de células somáticas, por citrometria de fluxo – PO ANA 008. As produções de leite corrigidas para 4% de gordura foram calculadas utilizando-se a equação proposta por Sklan et al. (1992):

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

As oito vacas foram mantidas em observação visual para avaliação do comportamento ingestivo durante 24 horas de cada período experimental, após o período de adaptação. No mesmo dia, foram realizadas as contagens do número de mastigações merícicas e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, com a utilização de um cronômetro digital. No período de 24 horas, foi feita a observação visual de cada animal a cada 5 minutos conforme descrito por Gary et al. (1970), para determinação dos tempos despendidos com alimentação, ruminação e

ócio e dos números dos períodos de alimentação, ruminação e ócio. Os valores do tempo despendido e do número de mastigações merícicas por bolo ruminal foram obtidos a partir das observações feitas durante a ruminação de três bolos ruminados, em três períodos diferentes do dia, das 9:00 às 11:00; das 13:00 às 15:00; e das 17:00 às 19:00.

Durante a observação noturna das vacas, o ambiente foi mantido com iluminação artificial. O número de mastigações merícicas em 24 horas, ou tempo de mastigação total, foi obtido mediante a multiplicação do tempo médio de ruminação nas 24 horas do dia pelo número de mastigações merícicas por minuto. O número médio de bolos ruminados em 24 horas foi obtido pela divisão do tempo médio de ruminação, nas 24 horas do dia, pelo tempo médio de mastigações por bolo. A partir desses dados, foram calculadas também a duração dos períodos de alimentação, ruminação e ócio, em minutos por período.

As variáveis comportamentais estudadas foram: tempo despendido com alimentação; tempo despendido com a ruminação; tempo despendido com ócio; número de mastigações merícicas por bolo; tempo de mastigação merícia por bolo; número de bolos ruminados no dia; número de mastigações merícicas no dia; tempo de mastigação total em hora/dia; número de refeições no dia; número de períodos de ruminação dia; minutos por período de ruminação; minutos por período de refeição; número de períodos de ócio; minutos por período de ócio; consumo de matéria seca em gramas/dia; consumo de fibra em detergente neutro dia; eficiência de alimentação em grama de matéria seca por hora; eficiência de alimentação em grama de fibra em detergente neutro por hora; eficiência de ruminação em grama de matéria seca por hora; eficiência de ruminação em grama de fibra em detergente neutro por hora; grama de matéria seca por bolo; grama de fibra em detergente neutro por bolo; consumo em minuto por kg de matéria seca; consumo em minuto por kg de fibra em detergente neutro; quilograma de matéria seca por refeição; quilograma de fibra em detergente neutro por refeição; minuto por kg de matéria seca ruminada; minuto por kg de fibra em detergente neutro ruminado; mastigação total em minutos.

As correlações foram feitas por meio de análise de correlações lineares de Pearson e teste t, e processadas pelo programa SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas, sendo consideradas significativas quando $P<0,05$. Foram utilizados os seguintes parâmetros de produção e composição do leite: produção de leite

em kg/dia; produção de leite corrigida para 4% de gordura; percentual de gordura; percentual de proteína; e nitrogênio ureico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não serão apresentadas neste estudo as correlações para algumas variáveis (Tabela 3), devido à significância dessas correlações, que foi superior ao nível considerado (P<0,05).

Verificou-se correlação positiva (P<0,05) entre a produção de leite em kg/dia e os tempos de alimentação e ruminação, o número de bolos ruminados e de mastigações merícicas no dia, o tempo de mastigação total em hora/dia, o número de refeições no dia, os minutos por período de ruminação, os minutos por período de refeição, os minutos por período de ócio, os consumos de matéria seca em gramas/dia e de fibra em detergente neutro dia, as eficiências de ruminação em grama de matéria seca por hora e em grama de fibra em detergente neutro por hora, as quantidades de matéria seca e de fibra em detergente neutro por bolo, em g, e os minutos por kg de fibra em detergente neutro ruminado.

No entanto, a correlação foi negativa (P<0,05) entre a produção de leite em kg/dia com o tempo de ócio, os minutos por período de ócio, os consumos em minuto por kg de matéria seca e em minuto por kg de fibra em detergente neutro, os minutos por kg de matéria seca ruminada e os minutos por kg de fibra em detergente neutro ruminado com a mastigação total em minutos.

Houve correlação positiva (P<0,05) da produção de leite corrigido para 4% de gordura com os tempos de alimentação e ruminação, o número de mastigações merícicas no dia, o tempo de mastigação total em hora/dia, os minutos por período de ruminação, osminutos por período de ócio, os consumos de matéria seca em gramas/dia e de fibra em detergente neutro dia, as eficiências de ruminação em grama de matéria seca por hora e em grama de fibra em detergente neutro por hora, e as quantidades de matéria seca e fibra em detergente neutro por bolo, em g.

A correlação foi negativa entre o leite corrigido para 4% de gordura com o tempo em ócio, os consumos em minuto por kg de matéria seca e em minuto por kg de matéria fibra em detergente neutro, a quantidade de matéria seca por refeição, em kg, os minuto por kg de matéria seca ruminada e o tempo de mastigação total em minutos (Tabela 3). As variáveis de comportamento alimentar, como o consumo de MS e FDN, de ruminação e mastigação estão, portanto, relacionados positivamente com a produção

de leite, porém as variáveis relacionadas ao maior tempo despendido em ócio, consumo e ruminação em minutos por kg de MS e FDN foram negativamente relacionadas à produção de leite.

Mesmo que as correlações tenham apresentado valores baixos, pode-se inferir que o comportamento ingestivo de vacas em lactação está associado às variáveis produtivas, e que essas informações podem ser úteis na elaboração de novos trabalhos e utilizadas no desenvolvimento modelos de predição de comportamento ingestivo e produção de leite.

Os dados encontrados neste trabalho corroboram os resultados descritos por Santana Júnior et al. (2012), que observaram diversas correlações entre as atividades de comportamento e o desempenho de novilhas mestiças a pasto.

Houve neste estudo correlação positiva do percentual de gordura do leite com o número de períodos de ruminação e ócio por dia e a quantidade de matéria seca por refeição (kg) e correlação negativa com o número de refeições no dia, os minutos por período de refeição e os minutos por kg de fibra em detergente neutro ruminado.

O maior precursor da gordura do leite é o acetato. Desse modo, a relação positiva do número de períodos de ruminação e da quantidade em kg de matéria seca por refeição com o maior teor de gordura do leite é pertinente, pois produzirá maior quantidade desse substrato precursor da gordura do leite, pela *síntese de novo*.

Para o percentual de proteína do leite, houve correlação positiva com o tempo em ócio, o número de período de ruminação dia, o número período de ócio, a quantidade de matéria seca por refeição (kg), e correlação negativa com o tempo de alimentação, o número de refeições no dia e os minutos por período de refeição. Assim, a relação positiva das atividades de ruminação e ócio e o consumo de FDN com a proteína do leite é pertinente, por serem necessárias para a produção de proteína microbiana, maior fonte de proteína que é transferida para o leite. Ao contrário, as variáveis que indicam baixa eficiência da alimentação diminuem a produção de gordura e proteína no leite.

Não houve correlação ($P>0,05$) entre o nitrogênio ureico com nenhuma das variáveis comportamentais avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3. Correlações lineares entre o comportamento ingestivo e a produção e composição do leite de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio

Variável	TA		TR		TO		NMBOL		TMMBOL		NBRndia		NMMNdia	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
PLKDIA	0,4539	0,0045	0,4463	0,0052	-0,6383	0,0000	-----	-----	-----	-----	0,3328	0,0314	0,4042	0,0109
LEITECO	0,4129	0,0094	0,4129	0,0094	-0,5360	0,0008	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,3378	0,0293
GOR (%)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
PRO (%)	-0,3891	0,0139	-----	-----	0,3234	0,0355	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
NUREICO	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TA = tempo de alimetação; TR = tempo de ruminação; TO = tempo de ócio; NMBOL = número de mastigações merícicas por bolo; TMMBOL = tempo de mastigação por bolo; NBRndia = número de bolos ruminados no dia; NMMNdia = número de mastigações merícica no dia.

Cont. tabela 3. Correlações lineares entre o comportamento ingestivo e a produção e composição do leite de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio

Variável	TMTHDIA		NREFDIA		NPERRUMDIA		MINPERRU		MINREF		NPERÓCIO		MINPEROC	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
PLKDIA	0,5580	0,0005	0,5258	0,0010	-----	-----	0,5580	0,0005	0,5258	0,0010	-----	-----	-0,5780	0,0003
LEITECO	0,5124	0,0014	-----	-----	-----	-----	0,5124	0,0014	-----	-----	-----	-----	0,5185	0,0012
GOR (%)	-----	-----	-0,4280	0,0073	0,2987	0,0484	-----	-----	-0,4280	0,0073	0,2987	0,0484	-----	-----
PRO (%)	-----	-----	-0,3791	0,0162	0,4178	0,0087	-----	-----	-0,3791	0,0162	0,4178	0,0087	-----	-----
NUREICO	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TMTHDIA = tempo mastigação total hora/dia; NREFDIA = número de refeição no dia; NPERRUMDIA = número período de ruminação no dia; MINREF = minutos por refeição; NPERÓCIO = número de período de ócio; NPERÓCIO = número período de ócio; MINPEROC = minutos por período de ócio.

Cont. tabela 3. Correlações lineares entre o comportamento ingestivo e a produção e composição do leite de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio

Variável	CMSGDIA		CFDNDIA		EALGMSH		EALGFDNH		ERUGMSH		ERUGFDNH		GMSBOLO		GFDNBOLO	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
PLKDIA	0,6580	0,0000	0,6644	0,0000	-----	-----	-----	-----	0,4423	0,0056	0,4323	0,0065	0,3512	0,0244	0,3490	0,0251
LEITCO	0,5792	0,0000	0,6471	0,0000	-----	-----	-----	-----	0,3580	0,0221	0,4272	0,0074	0,3959	0,0124	0,4506	0,0048
GOR (%)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
PRO (%)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Nureico	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

CMSGDIA = consumo de matéria seca (g/dia); CFDNDIA = consumo de fibra em detergente neutro/dia; EALGMSH = eficiênicia de alimentação em grama de matéria seca por hora); EALGFDNH = eficiência de alimentação em grama da fibra em detergente neutro por hora; ERUGMSH= eficiência de ruminação em grama da matéria seca por hora; ERUGFDNH = eficiência de ruminação em g da fibra em detergente neutro..

Cont. tabela 3. Correlações lineares entre o comportamento ingestivo e a produção e composição do leite de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio

Variável	CMINKGMS		CMINKGFDN		KGMSREF		KGFDNREF		RMINKGMS		RMINKGFDN		MASTTOTM	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
PLKDIA	-0,4368	0,0062	-0,3940	0,0128	-0,6397	0,0000	-----	-----	-0,4208	0,0082	0,3250	0,0347	-0,4817	0,0026
LEITCO	-0,3982	0,0120	-0,3954	0,0125	-0,5016	0,0017	-----	-----	-0,3822	0,0154	-----	-----	-0,4390	0,0060
GOR (%)	-----	-----	-----	-----	0,3447	0,0267	0,3038	0,0455	-----	-----	-0,3050	0,0448	-----	-----
PRO (%)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,3710	0,0183	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Nureico	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

CMINKGMS = consumo, em minutos por kg de matéria seca; CMINKGFDN = consumo, em minutos por kg de fibra em detergente neutro; KGMSREF = kg de matéria seca por refeição; KGFDNREF = kg de fibra em detergente neutro por refeição; RMINKGMS = ruminação, em minutos kg de matéria seca, RMINKGFDN= ruminação, em minutos do kg da fibra em detergente neutro; MASTTOTM = mastigação total, em minutos.

4 CONCLUSÕES

Apesar de os valores das correlações terem sido baixos, pode-se inferir que existe relação entre o comportamento e a produção e composição do leite, salvo em nitrogênio ureico do leite.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; SOUSA, L.O. et al. Silagem de cana-deaçúcar tratada com óxido de cálcio: composição bromatológica e perdas. In: REUNIÃO ANULA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD-ROM).

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; SILVA, R.R; SILVA, H.G.O; BONOMO, P.; MENDONÇA, S.S. Comportamento de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.9, p.919-925, 2004.

GARY, L.A., SHERRITT, G.W. and HALE, E.B. 1970. Behavior of Charolais cattle on pasture. **J.Anim. Sci**., 30: 303-306.

KUNG JR., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.251-304.

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

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

OLIVEIRA, P.A.; MARQUES, J.A.; BARBOSA, L.P.; OLIVEIRA, G.J.C.; PEDREIRA, T.M.; SILVA, L.L. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastejo de Brachiaria decumbens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 166-175, 2011.

OLIVO, C.J.; ZIECH, M.F.; MEINERZ, G.R., BOTH, J. F.; AGNOLIN, C.A.; VENDRAME, T. Comportamento ingestivo de vacas em lactação em diferentes sistemas forrageiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 2017-2023, 2008.

QUEIROZ, O.C.M.; NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, M.C.; ZOPOLLATTO, M. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.358-365, 2008.

RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SANTOS, A.B.; FERREIRA, A.R.; BONOMO, P.; SILVA, F.F. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.9. p. 1911-1918, 2010.

SANTANA JÚNIOR, H.A.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F. Correlação entre desempenho e comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.1, p.367-376, jan/fev. 2012.

SANTOS, F. A. P., CARMO, C. A.; MARTINEZ, J.C. 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.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, R.R.; MAGALHÃES, A.F.; CARVALHO, G.G.P. et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês suplementadas em pastejo de brachiaria decumbes. Aspectos metodológicos. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.5, n.10, p.1-7, 2004.

SKLAN, D. R.; ASHKENNAZI, R.; BRAUNN, A. 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.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST; P. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. **Journal of Dairy Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. IN: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings…** Ithaca: Cornell University, 1999. P.176-185.

XI CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de óxido de cálcio, na proporção de 1% da matéria natural, na ensilagem diminui as perdas e melhora o valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar.

Entre as dietas avaliadas, recomendam-se aquelas formuladas com silagem de cana-de-açúcar com CaO na concentração de 1%, ou com a associação de 0,5% de ureia + 0,5% de CaO, por proporcionarem maiores consumos de componentes nutricionais.

A dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia foi menos eficiente quanto ao metabolismo de nitrogênio, devido à maior excreção de nitrogênio ureico e ureia no leite. Dietas com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia ou óxido de cálcio (CaO) e a combinação de 0,5% de ureia + 0,5% de CaO não influenciam o balanço de nitrogênio nem a produção e eficiência de síntese de proteína microbiana.

O comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia comprova que essa dieta proporciona às vacas menor aceitabilidade, devido ao maior tempo, número e duração do ócio e ao baixo consumo.

A dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de óxido de cálcio proporciona maiores teores de CLA, seus isômeros e seu precursor, o ácido vacênico, além disso, maior teor de ácidos graxos essenciais o ômega 3 e melhor razão entre o AGPI/AGS no leite de vacas mestiças.

A análise econômica indica que a dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia proporciona maior renda líquida por quilograma de leite produzido, porém resulta em baixo consumo e maior perda de peso, que podem afetar a produção de leite em períodos mais longos de suplementação.

O tempo de alimentação correlaciona-se positivamente com o consumo da matéria seca e da maioria dos nutrientes. As correlações entre o tempo mastigação total e o consumo são altas e negativas. A fibra em detergente neutro correlaciona-se tanto com o tempo de alimentação quanto com o tempo mastigação total. A relação entre o tempo de mastigação total e a digestibilidade da matéria seca é negativa.

Apesar dos baixos valores das correlações, pode-se inferir que existe relação entre o comportamento e a produção e composição do leite, salvo a composição em nitrogênio ureico do leite.