ELMESON FERREIRA DE JESUS

Fontes nitrogenadas e teor de proteína bruta em dietas com cana-de-açúcar para vacas lactantes: consumo, digestibilidade, fermentação ruminal, balanço de energia, produção e composição do leite

Pirassununga
2011

ELMESON FERREIRA DE JESUS

Fontes nitrogenadas e teor de proteína bruta em dietas com cana-de-açúcar para vacas lactantes: consumo, digestibilidade, fermentação ruminal, balanço de energia, produção e composição do leite

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Marcos Veiga dos Santos

Pirassununga

2011

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2500
FMVZ

Ferreira de Jesus, Elmeson
Fontes nitrogenadas e teor de proteína bruta em dietas com cana-de-açúcar para vacas lactantes: consumo, digestibilidade, fermentação ruminal, balanço de energia, produção e composição do leite / Elmeson Ferreira de Jesus. -- 2011.
72 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2011.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.
Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Veiga dos Santos.

1. Degradabilidade. 2. Fontes proteicas. 3. Produção, composição do leite. I. Título.

ERRATA

FERREIRA DE JESUS, E. **Fontes nitrogenadas e teor de proteína bruta em dietas com cana-de-açúcar para vacas lactantes**: consumo, digestibilidade, fermentação ruminal, balanço de energia, produção e composição do leite 2011. 72 f. Dissertação (Dissertação em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Página	Parágrafo	Onde se lê	Leia-se
39	-	Tabela 1	Tabela 2
40	-	Tabela 2	Tabela 3
41	-	Tabela 3	Tabela 4
42	-	Tabela 4	Tabela 5
52	-	Tabela 5	Tabela 6
56	-	Tabela 6	Tabela 7
58	-	Tabela 7	Tabela 8
60	-	Tabela 8	Tabela 9

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Fontes protéicas em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras", protocolado sob o nº 1634/2009, utilizando 12 (doze) bovinos, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Marcos Veiga dos Santos, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 18 de março de 2009.

We certify that the Research "Protein sources in diets based on sugar cane for dairy cows", protocol number 1634/2009, utilizing 12 (twelve) bovines, under the responsibility Prof. Dr. Marcos Veiga dos Santos, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 03/18/09.

São Paulo, 20 de março de 2009

Profa Dra Denise Tabacchi Fantoni
Vice-Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

Prof. Dr. José Luis Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética - FMVZ/USP
SP, 20/3/09

Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, nº87
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
São Paulo/SP – Brasil
05508-270

Fax: +55 11 3032-2224 / 3091-7757
fone: + 55 11 3091-7671/7676
E-mail: fmvz@usp.br
http://www.fmvz.usp.br

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: FERREIRA DE JESUS, Elmeson

Título: Fontes nitrogenadas e teor de proteína bruta em dietas com cana-de-açúcar para vacas lactantes: consumo, digestibilidade, fermentação ruminal, balanço de energia, produção e composição do leite.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Aos meus pais, ***Leontino Ferreira dos Santos e,***

Nidiva Pereira Batista*.*

À minha irmã, ***Carla Ferreira dos Santos.***

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo auto-reconhecimento da minha imperfeição.

Ao Prof. Marcos Veiga dos Santos pela orientação, por compartilhar sem restrições seus conhecimentos e experiências, e que sem medir esforços sempre esteve de prontidão para esclarecer qual fosse minhas dúvidas. Obrigado pela sua competência, seu profissionalismo, sua dedicação, sua sabedoria, paciência, atenção, pela amizade e incentivo. Foi muito gratificante poder realizar este trabalho com você, pois sem dúvida, contribuiu significativamente em meus conhecimentos. Aos meus professores da UMESP que sempre apoiaram em especial a Carla Bozano, Celso Martins, Kleber Peixoto que me colocaram no caminho do conhecimento.

Ao Luís Henrique Andreucci Conti, presente em todas as etapas deste trabalho;

A todos os meus amigos da UMESP Andressa, Camila, Fabio, Juliana, Leandro, Elaine, Isabela, Aline, Renata, Pollyana, Leonardo, Sérgio, Carol, Luiz, Cleiton, Boca, Coxinha, Marquinhos e Didi.

Ao Prof. Dr. Francisco Palma Rennó pelos ensinamentos, disposição e auxílio em todas etapas deste trabalho;

A todos os meus amigos de Novo Cruzeiro – MG, que entendem o motivo da minha distância, Denise, Valdete, Fernando, Jairo, Julio, Valéria, Salete, tia Bê, Rodrigo e outros.

A uma amiga especial de Capelinha – MG Sueli Esteves pelo apoio nos momentos críticos e felizes desta obra.

À Universidade de São Paulo, a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, e ao Departamento de Nutrição e Produção Animal pela oportunidade de realização desta pós-graduação.

Aos meus primos Tharles, Carol, Carina, Flávio, Floriano, Fabinho, Kleister, Keila, Márcia, Alexandre, Patrícia e Camila, que sempre se colocaram a disposição quando precisei de ajuda, não medindo qual fossem os esforços.

Minha segunda família Dona Santina, Sr. Gil, Mauro, Flávia, Felix, Uziel, Marcelo e Adriana sem dúvida foram fundamentais.

Agradeço a Jane, Gabriel, Thiago, Sr. Flávio, dona Célia, tio Gordo e tia Letícia.

Aos colegas e amigos do laboratório de TPOA Bruno Botaro, Daniele Beuron, Carol Malek, Juliana Barreiro, Tiago Tomazi, Luiz Henrique, Cristina Simões, Juliano Gonçalves, Nara Leão e Marina Migliano, Susana, Berick e a Camila pela imprescindível e essencial

ajuda para conclusão deste trabalho, contribuíram ativamente para realização do experimento, obrigado pela grande amizade e paciência.

Agradeço da republica “coração de mãe” Julianne, Juliane, João Paulo, Renan pelo acolhimento carinho por um período crítico nesta minha caminhada, devo muito por tudo que me proporcionaram. Obrigado!

Ao Sr. Gilmar Edson Botteon, funcionário dedicado, atencioso e amigo. Muito obrigada por estar ao meu lado em todos os momentos.

Aos funcionários da Secretaria do VNP, Sr. José Francisco e Sra. Alessandra de Cássia T. da Silva, Sr. João Paulo de Oliveira Barros pelo apoio e atenção dispensadas.

Ao Sr. Ari Luiz de Castro, Sra. Simi Luiza, Sr. Gilson Luiz Alves e Sr. Everson de Jesus, e Flávio Perna, funcionários do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP, pela amizade, atenção, alegria e fundamental colaboração na realização das análises laboratoriais.

Sr. José Franchini Garcia Moreno e Sra. Lucinéia Mestieri, funcionários do Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Nutrição e Produção Animal FMVZ-USP, pelo auxílio na realização das análises laboratoriais.

Aos amigos da pós-graduação Erika (e família), Rodrigo (tenente), Samuel, Diego, Octávio, Felipe Horta, Fernando (Boi), Marco Aurélio, Carol Malek, Paula, Julianne Naves, Henry, Iaçanã, Juliana Barreiro, Larissa, Esther, Daniela Geronimo, Dani Beuron, Cristina, Marina, Maria Fernanda, Fernandinha, Francini, Naiara, Rafael, Rinaldo, Eduardo, Maurício, Caio, Novilha, Lara, Marina, Perna, Pedro, Joãozinho, Marília, Tarley, Reno, Zé Rodrigo, Paulo Gil, João Guilherme, Milton, Ana Paula, Beatriz, Lenita, Maiara, Rodrigo, Gustavo, Rodolfo, João Paulo, Reno, Xacrete, Rui, Alejandro, Fred, Laura, Barbara,Tiago, Danilo, Camila, Suzana, Bereba, Viviane. Espero não ter esquecido ninguém.

A Carolina Tobias pela amizade, ensinamentos, apoio e muita força para continuar...

Aos ex-estagiários e atuais mestrandos do VNP Susana Nori Macedo, Tiago Tomazi, Marina Migliano, sem ajuda nada seria feito.

Aos companheiros de quarto (A7), Rafael e Max Vicente, Danilo, Diego. Obrigado pela convivência e grande amizade, e pela imprescindível ajuda na confecção deste trabalho.

Gostaria de agradecer também a Cintian, Nara, Anaí, Jefferson, José Esler e Rafael que foram muito importantes pra mim, e que sempre estiveram do meu lado me apoiando e me dando força e que contribuíram muito para que este trabalho se concretiza-se, e que com certeza vão sempre fazer parte da minha vida.

À todos os professores do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP): Dr. Ricardo Albuquerque, Dr. Messias Alves da Trindade Neto, Dr. Paulo Henrique Mazza, Dr. Alexandre Gobesso, Dr. Anibal de Sant'Anna Moretti, Dra. Angélica Simone Cravo Pereira, Dra. Maria de Fátima Martins, Dr. Luis Felipe Prada e Silva, Marcos Veiga dos Santos e Dr. Romualdo Shigueo Fukushima pelos ensinamentos, colaboração e profissionalismo dispensados.

Aos professores de Reprodução Animal, Prof. Ed Hoffmann Madureira, Rubens Paes de Arruda e André Furugen Cesar de Andrade, pelos ensinamentos, suporte, atenção e pela grande amizade.

Ao professor da FZEA, Arlindo Saran Neto (minhoca), e ao Jovem Pesquisador Flávio Garcia Vilela obrigado pela amizade e apoio.

Ao Dr. Fernando Schalch e Ubiraem, Médicos Veterinários da PCAPS e do Hovet, pelo auxílio durante a condução do experimento.

As meninas da faxina (Cida, Maria, Cecília e Suelen), que proporcionaram ambiente limpo, pelas brincadeiras e amizade prestada.

Ao pessoal da guarda (Miltinho, Neves, Luciano, Elder, Almeida, tranqüilidade e Da Silva), sou muito grato.

Aos funcionários do Setor de Bovinocultura de Leite da Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga – PCAPS, Srs. José Antônio Coelho, Antônio Carlos Baladore, Edilson José da Silva, João Paulo Pagotti, José Antônio da Costa, José Antônio da Silva, Luis Tadeu de Oliveira e Valmir Donizetti Botteon, obrigado pela atenção dispensada.

Aos funcionários da Fabrica de Ração da PCAPS, Srs. Cláudio de Jesus Aparecido São Romão, Israel Andrietta e José Luiz Aparecido Landgraf, agradeço a atenção dispensada.

Aos demais funcionários da Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga – PCAPS, dona Ana, Adriana, Silvia, Cida, Renato, Val, Denise, Ismael, Paulinho, Vagnão, Dona Tânia (mãe) e Edil obrigado pela grande amizade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo, oferecendo condições para dedicação no desenvolvimento deste trabalho;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela concessão do auxílio à pesquisa que possibilitou a realização deste estudo;

Muito obrigado!

"Cada homem tem seu lugar no mundo e no tempo
que lhe é concedido. Sua tarefa nunca é maior
que sua capacidade para poder cumprí-lá.
Ela consiste em preencher seu lugar, em
servir à verdade e aos homens."

João Guimarães Rosa

RESUMO

FERREIRA DE JESUS, E. **Fontes nitrogenadas e teor de proteína bruta em dietas com cana-de-açúcar para vacas lactantes:** consumo, digestibilidade, fermentação ruminal, balanço de energia, produção e composição do leite. [Nitrogen sources and level crude protein content in diets with sugarcane for lactating cows: digestibility, rumen fermentation, energy balance, milk production and composition]. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2011.

O objetivo foi avaliar o efeito de teores de proteína bruta (PB) (14,5 vs 16%) e da fonte nitrogenada na dieta de vacas leiteiras em lactação sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca (MS) e nutrientes, fermentação ruminal, produção e composição do leite e balanço de energia, utilizando cana-de-açúcar como volumoso. Foram utilizadas 12 vacas Holandesas com média de 235 dias em lactação, agrupadas em três quadrados latinos 4x4 contemporâneos, com período experimental de 21 dias, sendo 14 para adaptação às dietas e os 7 últimos para coletas. As vacas foram alimentadas "ad libitum' com rações isoenergéticas, com duas fontes nitrogenadas principais (farelo de soja e uréia) e dois teores de PB (14,5 e 16,0 %) na dieta: A) 16% PB e farelo de soja (FS) como fonte nitrogenada, com 65% de PDR; B) 14,5% PB e uréia (U) como fonte nitrogenada, com 70% de PDR; C) 16% PB U e 70% de PDR; D) 14,5% PB FS e 65% de PDR na MS. As amostras de leite para análise da composição foram coletadas do 14º ao 17º dia de cada período. As amostras de líquido ruminal foram coletadas com a utilização de sonda esofágica, três horas após a alimentação matinal. A digestibilidade foi determinada por meio de indicador interno FDAi. Não houve efeito das dietas sobre o consumo de MS (Kg/dia), de energia líquida de lactação (Mcal/dia), coeficiente de digestibilidade em porcentagem e consumo em porcentagem do peso vivo. Houve interação entre fonte nitrogenada e teor de PB da dieta sobre o pH e relação acetato propionato. Houve tendência (P=0,052) da fonte nitrogenada para PB (kg/dia), na qual as dietas com farelo de soja apresentaram maior valor, quando comparada as dietas com ureia. A gordura do leite foi maior (4,06%) nas dietas com fonte nitrogenada ureia , em relação a fonte nitrogenada FS com (3,5%).

Palavras-chave: Degradabilidade. Fontes proteicas. Produção, composição do leite.

ABSTRACT

FERREIRA DE JESUS, E. **Nitrogen sources and level of crude protein in diets with sugar cane for lactating cows:** intake, digestibility, rumen fermentation, energy balance, milk production and composition. [Fontes nitrogenadas e teor de proteína bruta em dietas com cana-de-açúcar para vacas lactantes: consumo, digestibilidade, fermentação ruminal, balanço de energia, produção e composição do leite]. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2011.

The objective was to evaluate the effect of crude protein (CP) (14.5 vs. 16%) of the nitrogen source in the diet of lactating dairy cows on intake and digestibility of dry matter (DM) and nutrients, rumen fermentation, production and milk composition, energy balance, using sugar cane as forrage. We used 12 Holstein cows averaging 235 days in milk, grouped in three 4x4 contemporary Latin squares, with experimental period of 21 days, 14 for diet adaptation and 7 for sample collections. The cows were fed with diets isoenergetic "ad libitum", with two major nitrogen sources (soybean meal and urea) and two CP levels (14.5 and 16.0%) in diet: A) 16% CP soybean meal (SBM) as a nitrogen source, with 65% RDP; B) 14.5% CP and urea (U) as a nitrogen source, with 70% RDP; C) 16% CP U and 70% RDP; D) 14.5% CP and 65% FS RDP in DM. The milk samples for composition analysis were collected from the 14th to the 17th day of each period. The rumen fluid samples were collected using an esophageal tube , three hours after the morning feeding. The digestibility was determined by means of an internal indicator iADF. There was no effect of diets on the DM intake (kg / day), net energy for lactation (Mcal / day), percentage of digestibility and intake in percentage of body weight. There was interaction between nitrogen source and content of CP on pH and the acetate propionate ratio. There was a trend (P = 0.052) of source of nitrogen for CP (kg / day) in which diets with soybean meal had a higher value when compared with urea diets. Milk fat was higher (4.06%) in diets with urea nitrogen source, the source nitrogen compared with soybeans meal (3.5%).

Key words: Degradability of protein sources. Milk production and composition.

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

AA	Aminoácido
AAE	Aminoácido Essencial
AGCC	Ácido Graxo de Cadeia Curta
BE	Balanço de Energia
CD	Coeficiente de Digestibilidade
CED	Consumo de Energia Digestível
CEL	Consumo de Energia Líquida
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CMS	Consumo de Matéria Seca
CHOT	Carboidratos Totais
CNF	Carboidrato não Fibroso
DAT	Digestibilidade Aparente Total
H	Hidrogênio
Ha	Hectare
EB	Energia Bruta
ECC	Escore de Condição Corporal
ED	Energia Digestível
EE	Extrato Etéreo
EL_g	Energia Líquida de Ganho
EL_L	Energia Líquida de Lactação
EL_p	Energia Líquida de Produção
EM	Energia Metabolizável
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDA_i	Fibra em Detergente Ácido Indigestível
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FS	Farelo de Soja
GS	Grão de Soja
GSI	Grão de Soja Integral
MM	Matéria Mineral
Mg	Magnésio
MN	Matéria Natural
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
MV	Matéria Verde
N	Nitrogênio
NA	Sódio
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NIDA	Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido
NIDN	Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro
NNP	Nitrogênio Não Proteico
NH_3	Amônia
NH_4	Amônio

$N\text{-}NH_3$	Nitrogênio Amoniacal
PB	Proteína Bruta
PDR	Proteína Degradável no Rúmen
pH	Potencial Hidrogênio
PL	Produção de leite
PLC	Produção de Leite Corrigida
PNDR	Proteína Não Degradável no Rúmen
PV	Peso Vivo
PVed	Proteína Verdadeira
S	Enxofre
AS	Sulfato de Amônio
Ton	Toneladas
U	Ureia
V:C	Volumoso:Concentrado

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual dos ingredientes nas dietas, expressa na matéria seca (%MS) 39

Tabela 2 – Composição bromatológica dos ingredientes das dietas 40

Tabela 3 - Composição bromatológica dos concentrados 41

Tabela 4 - Composição bromatológica das dietas 42

Tabela 5 – Médias ajustadas, coeficiente de variação (CV), para consumo e digestibilidade aparente total da matéria seca e nutrientes em função das dietas 52

Tabela 6 – Médias ajustadas, coeficiente de variação (CV), da fermentação ruminal e coeficiente de variação das dietas 56

Tabela 7 – Médias ajustadas, coeficiente de variação (CV), para efeito do teor de PB e das fontes nitrogenadas (FS e U) das dietas sobre a produção e composição do leite 58

Tabela 8 – Médias ajustadas, coeficiente de variação (CV) para o balanço de energia das dietas 60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interação entre a fonte nitrogenada e o teor de proteína bruta da dieta sobre o pH ruminal. 55
Figura 2 - Interação entre a fonte nitrogenada e o teor de proteína bruta da dieta sobre o Acetato e Propionato (%). 56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 18

2 OBJETIVOS 20

3 REVISÃO DE LITERATURA 21

3.1 CANA-DE-AÇÚCAR PARA VACAS LEITEIRAS 21

3.2 DEGRADABILIDADE DA PROTEÍNA NO RÚMEN 23

3.3 USO DE NITROGÊNIO NÃO PROTEICO (NNP) NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS 26

3.4 CONSUMO DE MATÉRIA SECA 28

3.5 DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL DE NUTRIENTES 30

3.6 FERMENTAÇÃO RUMINAL 32

3.7 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE 34

4 MATERIAIS E MÉTODOS 37

4.1 LOCAL, INSTALAÇÕES E ANIMAIS 37

4.2 DIETAS 37

4.3 ANÁLISE DE ALIMENTOS E CONSUMO 43

4.4 DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL 44

4.5 BALANÇO DE ENERGIA 45

4.6 FERMENTAÇÃO RUMINAL 46

4.7 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE 47

4.8 AVALIAÇÃO DO ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E PESO CORPORAL 48

4.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS 48

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 50

5.1 CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL 50

5.2 FERMENTAÇÃO RUMINAL 53

5.3 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE 57

5.4 BALANÇO DE ENERGIA 59

6 CONCLUSÕES 61

REFERÊNCIAS 62

1 INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira do Brasil está trabalhando cada vez mais com sistemas modernos de produção de leite, os quais são influenciados pelas inúmeras transformações econômicas, devido ao processo de globalização. Aspectos relacionados aos índices de produção e produtividade não são mais os únicos fatores relevantes na produção de leite, uma vez que a eficiência econômica da atividade é um dos principais objetivos.

As características que fazem a cana-de-açúcar ocupar lugar de destaque no cenário nacional estão relacionadas à sua elevada produção de matéria seca (MS). A utilização deste recurso forrageiro ocorre justamente no período de escassez de produção de forragens pelas pastagens, período que coincide com o aumento do coeficiente de digestibilidade da MS dessa cultura (FERNANDES et al., 2003).

Do ponto de vista nutricional, existem limitações quanto ao consumo desta forrageira em bovinos, particularmente as raças leiteiras de média a alta produção. Isso pode ser atribuído principalmente à baixa digestibilidade da fibra, o que pode comprometer o consumo voluntário destes animais (MAGALHÃES et al., 2004). Além disso, existem outras limitações como baixo teor de proteína, energia, e compostos nitrogenados. Estas limitações inviabilizam o uso da cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes como alimento exclusivo, sem as devidas correções de suas deficiências nutricionais (MAGALHÃES et al., 2004; MENDONÇA et al., 2004; SOUSA et al., 2009)

A alimentação é o fator responsável pela grande parte dos custos de produção na propriedade leiteira. Por isso, a busca por estratégias que possam diminuir os gastos sem interferir negativamente na produção é um desafio. A utilização de fontes de nitrogênio não proteico, dentre as quais a forma mais comum é a ureia, é uma das alternativas viáveis para alcançar estes objetivos (EZEQUIEL et al., 2001).

Portanto, a ureia tem sido amplamente utilizada no balanceamento de dietas com cana-de-açúcar para ruminantes. O sulfato de amônia é utilizado em associação com a ureia, como fonte de enxofre (S), visando maior aporte de aminoácidos sulfurados para o intestino delgado e também para melhorar a retenção de N pelo rúmen (WALL; MUDGAL, 1981).

A literatura científica é escassa de informações sobre a adequação proteica e degradabilidade em dietas para vacas leiteiras consumindo cana-de-açúcar. O objetivo da nutrição proteica de ruminantes é disponibilizar adequada quantidade de proteína degradável

no rúmen (PDR), para maximizar a eficiência dos processos digestivos e, conseqüentemente, otimizar o desempenho animal com a mínima quantidade de PB dietética (NRC, 2001). Portanto, a determinação do nível de requerimento de PDR na dieta, necessário para o uso ótimo N pelos microrganismos ruminais permitiria reduções no nível de PB, aumento da eficiência alimentar, sem comprometer a produção de leite, redução de custos e perdas de N para a ambiente (REYNAL; BRODERICK, 2005).

O *National Research Council* NRC (2001) para bovinos de leite divide a exigência protéica em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR). A primeira deve suprir as exigências dos microorganismos ruminais, enquanto a segunda, deve complementar a proteína que chega ao abomaso. É de fundamental importância maximizar a síntese de proteína microbiana e, para que isto ocorra, é necessário que se tenha PDR, em quantidade e qualidade, associada a fontes de carboidratos para o crescimento microbiano (RUSSELL et al., 1992).

O suprimento de proteína em quantidade e qualidade, observando suas relações com os demais ingredientes dietéticos, é muito importante, pois a proteína é o segundo nutriente limitante em dietas para ruminantes. Além disso, as fontes proteicas podem ser consideradas o ingrediente mais oneroso na formulação de dietas para vacas lactantes, devido ao alto requerimento e do elevado custo de fontes tradicionais, como farelo de soja.

Entretanto, a substituição do farelo de soja por fontes proteicas alternativas sem comprometimento do desempenho dos animais é uma alternativa viável para reduzir custos com alimentação do rebanho leiteiro. Neste contexto, é crescente o interesse de utilização de ureia em dietas para vacas em lactação, no entanto, incorporar este ingrediente em dietas para ruminantes requer cuidado e planejamento. Dietas formuladas com ingredientes alternativos devem ser eficientes e econômicas para permitir o mesmo desempenho produtivo de dietas tradicionais (PINA et al., 2006b).

Desta forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar a utilização de ureia e FS em dietas a base de cana-de-açúcar com teores reduzidos de PB Esta alternativa poderá promover a formulação de dietas com menores custos, e excreção de N no ambiente sem alterar o desempenho produtivo dos animais. A hipótese é de que em dietas com cana-de-açúcar como volumoso, a utilização de teores reduzidos de PB com fontes nitrogenadas a base de ureia e FS não reduzem a produção e não alteram a composição do leite de vacas no terço final de lactação.

2 OBJETIVOS

O presente estudo objetivou avaliar o efeito de dois teores de PB (14,5 vs 16%) e duas fontes nitrogenadas (farelo de soja e ureia) na alimentação de vacas leiteiras no terço final da lactação sobre o consumo, digestibilidade da MS e nutrientes, fermentação ruminal, produção e composição do leite e balanço de energia.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CANA-DE-AÇÚCAR PARA VACAS LEITEIRAS

A produção de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma importante atividade do agronegócio brasileiro. O Brasil é atualmente o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com produção de 569.062.629 milhões de toneladas na safra (ÚNICA 2008/2009). A maior parte da cana-de-açúcar produzida no Brasil é destinada à produção de açúcar e etanol, entretanto, parte substancial da produção destina-se à alimentação de ruminantes, com relatos desde 1913 (QUEIROZ et al., 2008).

Ao avaliar a composição das dietas de vacas leiteiras exploradas em sistema intensivo no Brasil, as silagens de milho e de sorgo têm sido os volumosos mais utilizados (NUSSIO, 1993). Porém, estes volumosos exigem grande demanda de recursos técnicos e financeiros para produção. Por outro lado, a utilização conjunta de cana-de-açúcar e silagem de milho ou substituição total ou parcial da silagem de milho pela cana-de-açúcar pode reduzir os custos de alimentação, sem comprometimento da produção de leite (MAGALHÃES et al., 2004).

São crescentes as pesquisas sobre volumosos alternativos e subprodutos na alimentação de vacas leiteiras. Os volumosos têm participação importante na composição da dieta, pois podem representar até 80% da matéria seca (MS) (COSTA et al., 2005).

A cana-de-açúcar possui grande destaque para a alimentação animal. Apresenta vantagens como facilidade de cultivo, alta produtividade em condições de clima tropical, manutenção do seu valor nutritivo e possibilidade de colheita no período de escassez de forragens. Além destas, outra vantagem relevante é o menor custo por unidade de MS produzida quando comparada a outros alimentos volumosos, o que apresenta melhor desempenho econômico, dependendo da categoria animal (NUSSIO et al., 2003).

Tradicionalmente, a cana-de-açúcar é cortada, picada e fornecida aos animais diariamente na forma *in natura*. Contudo, essa técnica de colheita dificulta o uso desta forrageira em sistemas de produção intensiva e de grande escala, o que demanda a busca de novas tecnologias. Isso ocorre por que entre os fatores que norteiam as decisões pelo uso da cana-de-açúcar estão às questões logísticas decorrentes da mão-de-obra diária para cortes,

despalhamento, picagem e transporte, o que se torna dificultado em grandes rebanhos (PEDROSO, 2006).

A produtividade média da planta inteira de cana cana-de-açúcar (colmo, folhas secas e ponteiros) é de cerca de 100 toneladas (ton) de matéria natural (MN) por hectare por ano. Com o manejo adequado de variedades, técnicas de calagem e adubação, é possível obter produtividades superiores a 100 ton de MN/ha/ano (OLIVEIRA et al., 2001).

De maneira geral, a cana-de-açúcar apresenta teores entre 24 e 34% de MS no momento da colheita. Entretanto, esses valores dependerão do estágio de maturação, variedade e outras características inerentes a planta. O teor de MS da cana-de-açúcar aumenta à medida que avança o estádio fisiológico da planta, principalmente pelo acúmulo de sacarose (KUNG; STANLEY, 1982).

Existem limitações em termos de consumo desta forrageira para bovinos, particularmente os de raças leiteiras de média a alta produção de leite. Isso pode ser atribuído principalmente à baixa digestibilidade da sua fibra, o que pode comprometer o consumo voluntário destes animais (MAGALHÃES et al., 2004). Os baixos teores de proteína bruta (PB), aminoácidos sulfurados, lipídios, minerais (especialmente o fósforo), ausência de amido e a presença de carboidratos de rápida fermentação, são limitações que devem ser consideradas na formulação das dietas (DEMARCCHI, 2001).

O consumo de cana-de-açúcar é menor, quando comparada com outras forrageiras como a silagem de milho e sorgo, o que resulta em maior necessidade de concentrado na dieta. A principal limitação da cana-de-açúcar é a redução de consumo, devido principalmente a baixa digestibilidade da fibra no rúmen (VALADARES FILHO et al., 2002). Outras limitações relevantes são diminuição da produção de leite, menor eficiência alimentar e redução dos coeficientes de digestibilidade da parede celular e da PB. Além destes, ocorre menor síntese microbiana no rúmen e maior concentração de nitrogênio ureico no leite e plasma dos animais quando comparados com dietas com silagem de milho (MENDONÇA et al., 2004; COSTA et al., 2005; SOUSA et al., 2009).

É necessário selecionar variedades com adequada relação fibra em detergente neutro (FDN) e açúcares solúveis. Este é um parâmetro importante na escolha da cana-de-açúcar a ser utilizada na dieta dos ruminantes, pois quanto menor essa relação mais energia o animal estará consumindo (GOODING, 1982).

Existem diferentes formas de se utilizar a cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. Dentre estas, destaca-se o uso na forma *in natura*, na qual a cana-de-açúcar é

enriquecida com fontes de nitrogênio não protéico (NNP) e sulfato de amônio. Outras formas comuns de utilização da cana-de-açúcar são a ensilagem e hidrolisada (EZEQUIEL et al., 2005; AQUINO et al., 2008; PEDROSO et al., 2010; GOMEZ-VAZQUEZ et al., 2011).

3.2 DEGRADABILIDADE DA PROTEÍNA NO RÚMEN

A suplementação proteica de vacas leiteiras é um dos tópicos mais estudados na área de nutrição de ruminantes. Numerosos trabalhos têm buscado maximizar o desempenho animal por meio de avaliações relacionadas a fontes proteicas, teores de proteína na dieta, degradabilidade ruminal da proteína e perfil de aminoácidos (CASTILLO et al., 2001; BRODERICK, 2003; NAVES 2010).

Até a década de 80 a nutrição proteica de ruminantes tinha como base apenas a PB como parâmetro na determinação de exigências e formulação de dietas. Nesta época, existiam poucas informações sobre degradabilidade ruminal das fontes proteicas e exigências de aminoácidos para bovinos (NRC, 1985).

Em geral, as dietas com cana-de-açúcar demandam quantidades elevadas de suplementos proteicos para atender as necessidades dos ruminantes e o balanceamento de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradada no rúmen (PNDR). Este fato desperta interesse especial dos nutricionistas, pois os ingredientes proteicos representam fração significativa do custo de alimentação de vacas leiteiras (SILVA et al., 2001).

Pesquisas conduzidas na década de 60 indicaram que o rúmen era capaz de suprir toda a proteína necessária para produção de até 4.500 kg de leite por lactação via proteína microbiana com o uso de ureia como única fonte de nitrogênio (N) (VIRTANEN, 1966). Entretanto, a produção de leite por vaca nos rebanhos leiteiros praticamente dobrou nos últimos 30 anos. Neste contexto, a proteína microbiana sintetizada no rúmen precisa ser complementada com fonte de PNDR para que as exigências proteicas de manutenção e produção de leite possam ser atendidas (SANTOS et al., 1998).

A proteína microbiana e a proteína dietética que escapa da fermentação ruminal são importantes, pois podem ter um grande impacto na nutrição proteica de ruminantes. O perfil de aminoácidos essenciais (AAE) da proteína que chega ao intestino é tão importante quanto à

quantidade desta proteína, uma vez que o desempenho do animal está relacionado aos AAE absorvidos e não pela PB ingerida (CHEN, 1992).

Conforme proposto pelo NRC (1985, 1989), o sistema com base na "proteína absorvida" era preconizado para vacas leiteiras, no qual um método fatorial era usado para estimar os requerimentos de proteína absorvida para todas as categorias do rebanho leiteiro. Na sua última edição para gado leiteiro, o NRC, (2001) aprimorou este sistema, agora denominado de sistema de "proteína metabolizável".

O conhecimento sobre os requerimentos ruminais do animal e dos nutrientes disponíveis na alimentação tem ajudado no desenvolvimento de modelos computadorizados para exploração da alimentação de precisão de bovinos de leite (NRC, 2001). Vacas leiteiras demandam proteína para manutenção e para a produção (gestação, crescimento e aleitamento). Além disso, microrganismos estão presentes no sistema digestivo dos ruminantes. Estes necessitam de N para sua proliferação durante a fermentação ruminal dos alimentos. O N da proteína fornecida, quando excede os valores exigidos são excretados principalmente na forma de ureia na urina, e grande parte é volatilizada por causa da atividade da urease nas fezes (HUTSON et al., 1998). O balanceamento correto das dietas é necessário para atender as exigencias do rebanho de acordo com suas necessidades, com base na quantidade de leite produzido. O próximo passo é determinar com precisão os requisitos de cada categoria para garantir a produção ótima, minimizando o excesso N (ROTZ et al., 1999).

A composição dos alimentos utilizados para ruminantes apresenta a fração PDR e a PNDR. No rúmen ocorre a degradação da PDR pela ação de enzimas (proteases, peptidases e deaminases) que são secretadas pelos microrganismos. Após a degradação da PDR os peptídeos, aminoácidos (AA) e NH_3 (amônia) são utilizados para síntese de proteína microbiana. Quando a capacidade de utilização dos compostos nitrogenados é excedida devido à velocidade de degradação da proteína, o excesso de amônia ruminal atravessa a parede do rúmen e pode ser secretada pela urina na forma de ureia, reciclada via saliva ou por difusão através da parede do rúmen (SANTOS, 2006).

Santos et al. (1998) em uma revisão de 108 trabalhos publicados entre 1985 e 1997 buscaram integrar e analisar o conhecimento sobre o uso de suplementos proteicos e nutrição proteica de vacas leiteiras. Os dados revisados de 15 ensaios (29 comparações), com vacas canuladas no rúmen e duodeno, mostraram que a suplementação com fontes ricas em PNDR, em substituição parcial ou total ao farelo de soja, não resultou em benefícios consistentes no que refere ao fluxo de proteína e aminoácidos assenciais para o duodeno. A síntese de

proteína microbiana foi reduzida pela suplementação com fontes ricas em PNDR em 76% das comparações. Esses dados sugerem que, somente há vantagem no uso de fontes ricas em PNDR quando apresentam perfil adequado de aminoácidos essenciais, especialmente lisina e metionina, principais limitantes à produção de leite.

Reduzir a concentração de PB dietética para vacas em lactação é o modo mais comum e prático para diminuir as perdas de compostos nitrogenados e os custos de produção na nutrição de vacas leiteiras (SMITS et al., 1995). Entretanto, se a redução da concentração de PB na dieta não atender as exigências do animal ocorrerá redução da produção de leite (KALCHEUR et al., 1999).

No entanto, antes de alterar os teores de PB na dieta, é importante determinar as concentrações ótimas de PDR e PNDR em relação ao consumo de proteína total. Quantidades adequadas destes elementos são necessários para ótima eficiência de síntese microbiana e otimização da produtividade animal, com quantidade mínima de proteína dietética (NRC, 2001).

Existe uma relação inversa entre a demanda de proteína e sua ingestão pelo animal. Pois, quando o animal ultrapassa sua capacidade de metabolização de proteína ocorre diminuição na eficiência de sua utilização. Entretanto, essa eficiência aumenta quando há incremento dos teores de energia da dieta (SILVA; LEÃO, 1979).

O efeito da suplementação com diversos teores de PB e PDR já foi descrito na literatura. Castillo et al. (2001), ao utilizar teores baixos de PB com média a baixa degradabilidade ruminal da fonte proteica observaram redução na excreção de N sem comprometer a produção de leite (CASTILLO et al., 2001).

As fontes de PDR mais comuns são: farelo de soja, girassol e algodão, além de subprodutos como o farelo de glúten milho rico em PNDR, são algumas alternativas para formulação de dietas. É prática comum a utilização de farelo de soja, soja grão, farelo de algodão e caroço de algodão como fontes proteicas na alimentação de vacas em lactação. Outro ingrediente bastante utilizado é a uréia, fonte de (NNP) e cujo uso em dietas tem dois objetivos principais: reduzir custos e fornecer quantidades adequadas de PDR. Porém, sua utilização para alimentação de vacas lactantes é frequentemente discutida quando comparada com fontes de proteína verdadeira. Para trabalhar com fontes de NNP na alimentação de ruminantes é necessário atentar a alguns critérios importantes, como a quantidade a ser fornecida aos animais e a adaptação gradativa para evitar intoxicação (SANTOS et al., 1998).

A recomendação clássica para a utilização da mistura de uréia e sulfato de amônia em dietas com cana-de-açúcar consiste na adição de 1 kg da mistura composta por uréia e sulfato de amônio (nove partes de uréia para cada parte de sulfato de amônio) para cada 100 kg de matéria natural de cana-de-açúcar fresca (ALVAREZ; PRESTON, 1976). Essa mistura foi bastante difundida nos sistemas de produção de leite e corte em todo o Brasil, principalmente nas regiões que adotam o uso de pastagens tropicais e cana-de-açúcar. Entretanto, a utilização exclusiva de uréia como suplemento proteico promove resultados inferiores aos obtidos com o uso associado de fontes de NNP e proteína verdadeira, como o farelo de soja ou o farelo de algodão (ALVAREZ; PRESTON, 1976).

Segundo o NRC (2001), vacas na fase intermediária da lactação, recebendo ração com 16% de PB e quantidades adequadas de PDR e PNDR, não apresentam resposta a suplementação extra de proteína. A melhor recomendação para vacas leiteiras é suprir quantidades adequadas de PDR, para maximizar a síntese de proteína microbiana. Desta forma, é possível ajustar a proteína metabolizável da dieta com redução de fontes ricas em PNDR de alta qualidade. No entanto, faz-se necessária a suplementação com lisina e metionina protegidas da degradação ruminal, visando níveis destes dois aminoácidos essenciais próximos dos recomendados pelo (NRC, 2001).

3.3 USO DE NITROGÊNIO NÃO PROTEICO (NNP) NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

A alimentação é o fator responsável por grande parte dos custos de produção na propriedade leiteira. Por isso, a busca por estratégias que possa diminuir os gastos sem interferir negativamente na produção é um desafio. A utilização de fontes de nitrogênio não proteico, dentre as quais a forma mais comum é a ureia, é uma das alternativas viáveis para chegar nestes objetivos (EZEQUIEL et al., 2001).

Uma vez que a proteína microbiana é superior em qualidade quando comparado com os suplementos proteicos disponíveis no mercado, torna-se clara a importância de otimizar a fermentação ruminal e consequentemente a produção microbiana. Este objetivo pode ser alcançado, quando se fornece volumoso de boa qualidade consequentemente ocorre o

aumento da degradabilidade ruminal do carboidrato não fibroso. Além disso, o fornecimento de adequadas quantidades de N também pode melhorar a degradabilidade ruminal.

O ruminante pode utilizar a ureia de duas fontes: exógena e endógena. A ureia exógena é um composto quaternário constituído por nitrogênio, oxigênio, carbono e hidrogênio, CH_4N_2O, (NELSON; COX, 2000), que apresenta equivalente proteico de aproximadamente 280%, com 45% de N. Para adequação dos teores de PB em dietas para ruminantes com cana-de-açúcar, a uréia é o ingrediente mais utilizado. Em associação com a uréia, o sulfato de amônio em dietas com cana-de-açúcar é prática comum, que proporciona maior aporte de aminoácidos sulfurados para intestino delgado (WALLI; MUDGAL, 1981). Por ser altamente degradável no rúmen, a uréia quando ingerida em grandes quantidades pode ocasionar intoxicação pelo excesso de amônia ruminal (SANTOS, 2006).

A rápida hidrólise da ureia por ureases microbianas pode resultar em disponibilidade ruminal de N amoniacal em taxa superior à capacidade de síntese de proteína microbiana, que pode resultar em perda excessiva de N do rúmen para o sangue (LAPIERRE; LOBLEY, 2001). Acima de 70% do N ingerido por vacas leiteiras pode ser perdido nas fezes e urina (TAMMINGA, 1992). Este fato é preocupante quando são considerados seus possíveis impactos negativos ao ambiente (SMITH; FROST, 2000).

A PB da dieta, especialmente PDR sofre ação das ureases bacterianas e produz moléculas de amônia na forma ionizada (NH_4^+) e não ionizada (NH_3). Somente a amônia na forma não ionizada é absorvida pelo epitélio ruminal. As moléculas de amônia que não são utilizadas para a síntese de proteína microbiana seguem pela veia porta até o fígado, onde são convertidas em uréia (SANTOS, 2006). No fígado, os íons amônio e dióxido de carbono interagem com ATP e formam carbamoil fosfato nas mitocôndrias. O grupo carbamoil é transferido do carbamoil fosfato para a ornitina e formam citrulina. A citrulina formada nas mitocôndrias é transferida para o citosol para se converter em arginossuccinato, que é clivado em fumarato e arginina. Na última etapa do ciclo da uréia a arginina é clivada pela arginase em uréia e ornitina (SWENSON; REECE, 2006). No fígado a amônia é convertida em uréia e posteriormente excretada na urina ou é reciclada via saliva ou por difusão no epitélio ruminal (VAN SOEST, 1994). Dietas com alta concentração de nitrogênio na dieta, especialmente PDR, resultam em excesso de amônia ruminal, o que gera o gasto de dois mols de ATP de energia para a síntese de um mol de uréia (SANTOS, 2006) ou 7,2 Kcal de energia metabolizável por grama de N excretado (NRC, 1989).

Um estudo avaliou dietas com diferentes níveis de PDR (13,2; 12,3; 11,7; 10,6% MS) no qual não foi observado efeito sobre a produção de leite, leite corrigido para gordura e concentração de gordura (REYNAL; BRODERICK, 2005). Estes autores concluíram que vacas alimentadas com 12,3% de PDR apresentaram maior produção e teor de proteína verdadeira no leite em relação àquelas alimentadas com 11,7% de PDR. No entanto, foi observado menor eficiência do uso do N sobre a produção de leite (94,3 *vs* 87,2 Kg de leite/Kg N excretado).

Mendonça et al. (2004) avaliou dietas com cana-de-açúcar e duas relações V:C (60:40 e 50:50) com diferentes teores de ureia (0,35 ou 1% de ureia + SA). Os resultados deste estudo não apresentaram diferença para a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e para a composição do leite de vacas em fase inicial de lactação.

Da mesma forma, resultados encontrados com a inclusão de uréia (0, 0,75 e 1,0% na MS) em dietas a base de cana-de-açúcar para vacas multíparas no terço médio de lactação não apresentou efeito sobre o consumo de MS, produção e composição do leite (AQUINO et al., 2007).

3.4 CONSUMO DE MATÉRIA SECA

A determinação do consumo de matéria seca (CMS) permite quantificar os nutrientes disponíveis para a mantença, saúde e produção do animal (NRC, 2001). É de grande importância na formulação de dietas a fim de evitar erros no suprimento de nutrientes, que poderiam causar efeitos negativos à saúde dos animais ou ainda onerar os custos.

A produtividade de ruminantes depende de sua capacidade de consumir e obter energia dos alimentos disponíveis (ALLEN, 1996). O conhecimento da ingestão dos alimentos é o principal fator que afeta o desempenho e a eficiência produtiva do animal, sendo necessário para formulação de dietas, predição do desempenho animal, planejamento e controle do sistema de produção. Estimativas precisas de CMS são necessárias para evitar subalimentação ou superalimentação, aumentar a eficiência alimentar e o uso eficiente dos nutrientes (NRC, 2001).

A exigência energética do animal é que define o consumo de dietas de alta densidade calórica, o mesmo não ocorre em dietas com baixo valor nutritivo e baixa densidade

energética, nas quais o consumo é determinado pela capacidade física do trato gastrointestinal (VAN SOEST, 1994).

Existem diversos fatores que podem afetar o consumo voluntário de MS entre os quais destacam-se o estádio fisiológico do animal, a limitação física do rúmen, do processamento e a composição da dieta (NRC, 2001). São descritos *feedbacks* metabólicos como fatores que interferem no CMS, tendo em vista que o animal possui uma máxima capacidade produtiva e de absorção dos nutrientes ingeridos para satisfazer seus requerimentos e quando este ultrapassa sua capacidade principalmente em relação à proteína e energia, podem causar *feedbacks* metabólicos (MERTENS, 1994).

Conrad, Pratt e Hibbs (1964) sugerem que em dietas com digestibilidade entre 52 e 66% da MS resultam na inibição do CMS por controle fisiológico, Por outro lado, a inibição do CMS pode ocorrer por um controle físico atribuindo este fato quando a ingestão diária de fibra em FDN superasse 11 a 13 g/kg do peso corporal (MERTENS, 1994).

O aumento da digestibilidade da FDN em uma unidade *in vitro* ou *in sito* foi associado com aumento de 0,17 Kg do CMS e 0,25 Kg da gordura do leite corrigida para 4%. A ingestão de matéria seca por vaca será menos limitada pela distensão do trato gastrointestinal com aumento da digestibilidade da FDN, levando-se em consideração que a FDN é o melhor componente do alimento para predição do CMS nos ruminantes (ALLEN, 1996).

Estudo com diferentes níveis de PB na dieta (15,1; 16,7 e 18,4%), com vacas com 130 dias de lactação, foi observado maior CMS com o aumento da PB dietética, independentemente dos teores de FDN das dietas (BRODERICK, 2003).

O efeito depressivo da cana-de-açúcar sobre o CMS tem sido amplamente relatado na literatura (PRESTON; LENG, 1980). Ocorre diminuição do CMS, mesmo para dietas fortemente suplementadas com concentrado (CORREIA, et al., 2003). Estes autores sugerem que uma possível causa do baixo consumo em dietas com cana-de-açúcar seria a suplementação freqüentes dessa forrageira com uréia, que é um ingrediente de baixa palatabilidade, e digestibilidade da fibra.

Magalhães et al. (2006) estudaram níveis de substituição (0; 33,3; 66,6; e 100%) de silagem de milho por cana-de-açúcar em vacas com 84 dias de lactação. Foi observado uma redução no CMS, mas esta redução não teve relação direta com teor de FDN das dietas, visto que este componente diminui com o aumento da proporção de cana-de-açúcar. Este fato foi justificado pela variedade da cana-de-açúcar utilizada que é precoce e apresentava valores considerados médios a baixos, para FDN e lignina de 47,0 e 5%, respectivamente.

A substituição da silagem de milho ou sorgo na dieta com 100% cana-de-açúcar resultou na redução média do CMS de 2,3 Kg/vaca/dia. O que representou consumo 20% menor e consequentimente redução da produção de leite em até 4 Kg de leite/dia (PIRES et al., 2010). Neste sentido, estudos com a substituição total da silagem de milho por cana-de-açúcar também apresentaram menor CMS (VALVASORI et al., 1995; MENDONÇA et al., 2004; MAGALHÃES et al., 2006). A cana-de-açúcar tem sido correlacionada negativamente com o CMS, não apenas pela fração indigestível da fibra, mas também pela baixa taxa de digestão da fibra potencialmente degradável, as quais apresentam elevado efeito de enchimento ruminal (PEREIRA et al., 2000).

Em dietas com 60% de volumoso e 40% de concentrado, a substituição total da silagem de milho por cana-de-açúcar reduziu o consumo diário em 4 Kg de MS/vaca (19,77 x 15,78 Kg) e a produção diária de leite em 4,17 Kg/vaca. Foi necessário aumentar a proporção de concentrado na dieta com cana-de-açúcar para 60% da MS, para que o CMS e a produção de leite se equiparassem aos obtidos com silagem de milho (COSTA et al., 2005).

Apesar do elevado número de pesquisas indicarem menor potencial de utilização da cana-de-açúcar, em comparação com outros alimentos volumosos especialmente silagens de milho e sorgo, sua utilização na alimentação animal, principalmente para os rebanhos leiteiros, continua evoluindo (LANDELL, 2002).

3.5 DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL DE NUTRIENTES

Dentre tantas particularidades que os ruminantes possuem em relação aos animais monogástricos, destacam-se a habilidade de digerir alimentos fibrosos. Os ruminantes possuem microrganismos ruminais capazes de realizar a digestão de celulose. Que por sua vez é de grande importância na alimentação, contudo é preciso ter adequada quantidade de fibras para correto funcionamento ruminal de vacas em lactação.

É importante o conhecimento da composição química dos alimentos, e a estimativa dos valores de digestibilidade é essencial para determinar o valor nutritivo dos alimentos (VALADARES FILHO et al., 2000). A estimativa dos coeficientes de digestibilidade do volumoso é considerado um dos grandes entraves no CMS em vacas leiteiras (MERTENS, 2002).

A redução da digestibilidade da fibra em um ponto percentual pode reduzir o consumo em 0,45 g/ dia (ALLEN, 2000). Esse comportamento é observado em ruminantes porque a fibra é responsável pela grande variação da digestibilidade dos volumosos, normalmente apresenta relação negativa com a digestibilidade (VAN SOEST, 1967).

A composição da cana-de-açúcar apresenta grandes diferenças, em relação à sacarose e teor de fibra, enquanto que os açúcares são rapidamente fermentados no rúmen com fácil aproveitamento pelo animal, o material fibroso (carboidratos fibrosos) é de utilização lenta pelos microrganismos ruminais (PRESTON; LENG 1980). O teor de parede celular ou FDN, tem grande relação com o consumo, e consequentemente com o desempenho animal (VAN SOEST, 1982; MERTENS, 1987).

A baixa digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar está relacionada à alta concentração de lignina e a sua ligação com os carboidratos estruturais (hemicelulose e celulose), o que impede a ação dos microrganismos ruminais sobre estes carboidratos. No entanto, essas ligações do tipo éster, nas gramíneas, são particularmente susceptíveis à ação hidrolítica, justificando a utilização de álcalis no tratamento da cana-de-açúcar, que promove solubilização de parte da lignina pelo aumento de pH (VAN SOEST, 1994).

O conteúdo energético dos alimentos utilizados para ruminantes apresentam estreita relação com digestibilidade nutrientes (KITESSA; FLINN; IRISH, 1999). Portanto, a digestibilidade dos nutrientes indica a capacidade de aproveitamento dos alimentos pelos animais. Magalhães et al. (2004) não encontraram diferenças na digestibilidade aparente da MS, MO, PB e CHOT, quando compararam diferentes níveis de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar. No entanto, verificaram diminuição linear na digestibilidade da FDN, à medida que aumentou o nível de substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar.

Dietas a base de cana-de-açúcar apresentam grandes quantidades de carboidratos solúveis, o que proporciona um ambiente favorável para crescimento de protozoários. Estes microrganismos quando em alta população no rúmen, prejudicam o crescimento de bactérias devido à maior predação, sendo necessária a adição de fontes de compostos nitrogenados não protéicos (NNP), com o objetivo de aumentar o teor de PB (PEREIRA et al., 2000). Pereira et al. (2005), ao avaliarem teores crescentes de PB no concentrado (12,7; 14,1; 15,5 e 16,9% na base da MS total da dieta) observaram efeito linear positivo dos níveis de PB sobre a digestibilidade da MS, MO, PB e FDN. No entanto, não houve influencias na digestibilidade aparente do EE, dos CHOT e do CNF para os níveis de PB no concentrado.

Ao formular dietas para bovinos leiteiros, principalmente os de melhor potencial genético, é importante fornecer quantidade adequada de nutrientes, a fim de atender as exigências nutricionais e maximizar o desempenho produtivo.

3.6 FERMENTAÇÃO RUMINAL

Durante o processo evolutivo, os animais ruminantes desenvolveram características anatômicas, que possibilitam utilizar eficientemente alimentos fibrosos como fonte de energia e compostos nitrogenados não protéicos como fonte de proteína. A fermentação pré-gástrica (microrganismos ruminais) permite aos ruminantes o aproveitamento de energia proveniente de componentes fibrosos, além de converter nitrogênio não proteico (NNP) da dieta em proteína verdadeira de alto valor biológico (ALLEN, 1996).

Para o entendimento da utilização de um alimento, devem ser levadas em consideração, além da produção e composição do leite, as condições ecológicas do rúmen, que devem ser mantidas com faixa de pH (6,7 ± 0,5) para melhor crescimento e metabolismo microbiano (VAN SOEST, 1994; EZEQUIEL et al., 2000). Valores de pH abaixo de 5,8 caracterizam acidose ruminal subclínica e alteram as condições normais do rúmen. As consequências podem ser a redução da digestão da fibra, mudanças no CMS, diminuição da gordura do leite e laminites (NOCEK, 1988).

A fermentação ruminal com dietas a base de cana-de-açúcar caracteriza-se por apresentar pH alto e estável, podendo variar de 6,8 a 7,3 (LENG; PRESTON, 1976). Isso é atribuído a intensa salivação dos animais e a ação regulatória por parte dos protozoários sobre a disponibilidade dos carboidratos solúveis (OLIVEIRA, 1999). Resultados semelhantes foram relatados em outros estudos que avaliaram a relação entre a fermentação e o PH ruminal (MENDONÇA et al., 2004; MAGALHÃES et al., 2006; SOUSA et al., 2009). No processo fermentativo, a fração fibrosa dos volumosos é afetada por vários fatores, dentre eles, a redução do pH que parece ser o principal fator na diminuição da degradação de fibra (PEREIRA et al., 1996b).

O fornecimento de amônia para o metabolismo ruminal é feito pelo NNP da dieta, pela degradação da proteína verdadeira e pela reciclagem da ureia via saliva ou difusão pela parede ruminal. Enquanto que sua remoção pode ser realizada via incorporação em proteína

microbiana, pela passagem para intestino ou absorção ruminal (NOLAN, 1993; VAN SOEST, 1994). A concentração de amônia no rúmen depende do equilíbrio entre as taxas de produção e utilização desta substância (BRODERICK et al., 1991). Leng (1990) indica que em condições tropicais, são necessárias concentrações de amônia superiores a 20 mg/dL para maximização da digestão ruminal da MS e concentrações superiores a 20 mg/dL para que ocorra maximização do consumo.

Em dietas à base de cana-de-açúcar sem suplementação com fontes de NNP ou PDR, as concentrações de nitrogênio amoniacal estão na faixa de 1,0 a 4,0 mg/dL (Leng; Preston 1976), ou seja, abaixo do valor mínimo de 5,0 mg/dL recomendado por (SATTER; SLYTER 1974).

McCarthy et al. (1989) sugerem que o pico de concentração de amônia no líquido ruminal depende das fontes de N presentes na dieta. Quando a ureia é fornecida, este pico ocorre aproximadamente duas horas após a alimentação. Em fontes de proteína verdadeira, este pico ocorre ao redor de 3 a 5 horas após a alimentação, dependendo da degradabilidade ruminal dessas fontes (SANTOS, 2006).

Alterações no ambiente ruminal influenciam diretamente a concentração de amônia absorvida pelos microrganismos para a síntese microbiana. A concentração de amônia em torno de 22,2 mg/dL permite máxima atividade fermentativa no rúmen (SANTOS, 2006). As concentrações ótimas de nitrogênio amoniacal variam de acordo com a disponibilidade de carboidratos fermentáveis no rúmen. Além disto, a concentração de amônia ruminal está intimamente relacionada à concentração de ureia circulante no organismo do animal (BRODERIK; CLAYTON, 1997).

Olmos Colmenero e Broderick (2006a), avaliaram dietas com diferentes terores de PB (13,5 a 15, 16,5, 17,9 e 19,4% da MS) relacionando-as com o metabolismo do nitrogênio ruminal. Com o aumento do teor de PB da dieta de 13,5 para 19,4%, ocorreu elevação da concentração ruminal de NH_3 (6.1 para 12.8 mg/dL). A concentração de ácidos graxos de cadeia ramificada só teve aumento com a alteração de 13.5 para 15% de PB, sem respostas significativas para as demais dietas. Neste mesmo estudo, aumento de acetato e propionato foi observado na dieta com elevação de 13.5 para 19.4% de PB.

3.7 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

A produção de leite no Brasil passa por grande transformação em virtude da nova realidade econômica mundial. O mercado consumidor de leite está mais exigente, e com a implantação da Instrução Normativa 51(IN 51) tem ocorrido uma maior preocupação não só em produzir, mas sim, produzir com qualidade. A atividade leiteira está mais competitiva, o que tem levado a utilização de novas tecnologias e alternativas nutricionais a fim de maximizar a produtividade dos animais. Esta modernização tem sido cada vez mais decisiva para que a atividade leiteira passe de um modelo extrativista para uma modelo competitivo e sustentável.

Avanços na produção e qualidade do leite têm despertado interesse por grande parte dos produtores, principalmente os mais especializados. Estes objetivos influenciam diretamente o manejo alimentar dos animais, que são exigidos metabolicamente para atender níveis quantitativos e qualitativos de produção (PERES, 2001).

Para que se possa obter um bom desempenho dos animais é importante estabelecer uma boa relação entre as fontes de carboidratos e proteínas. Desta forma, é possível melhorar a produção e composição do leite conforme a fase de lactação da vaca. Portanto, é necessário fornecer quantidades corretas destes nutrientes, com atenção especial a fração de PDR (NRC, 2001). Se estes nutrientes não forem balanceados adequadamente, a fermentação ruminal será prejudicada, pois ocorrerá um comprometimento da síntese microbiana e redução da oferta de proteína metabolizável. Este fato, por sua vez, ocasionará quedas na produção e redução dos componentes do leite. Aumentos na produção de proteínas do leite ocorrem em resposta ao aumento de energia da dieta. Isso acontece quando há adequado fornecimento da proteína dietética, capaz de atender o aumento dos teores da proteína láctea (RIUS et al., 2010).

Vários autores relataram que a PB da dieta não tem efeito sobre a gordura e proteína do leite, componentes de maior importância econômica (CUNNINGHAM et al., 1996; SANNES; MESSMAN; VAGNONI, 2002; ARIELI; ADIN; BRUCKENTAL, 2004). Broderick (2003) verificou que a produção de leite, leite corrigido para gordura, gordura e proteína foram maiores quando a PB da dieta foi aumentada de 15,1 para 16,7%. Em dietas com alteração para 18,4% de PB ocorreu aumento do consumo de MS, porém, sem efeito sobre a produção e composição do leite.

Fontes de PNDR, como FS tratado, melhoram a produção de leite, em dietas com silagem de alfafa (Broderick et al., 1990) ou silagem de grão umido de milho e de alfafa (REYNAL; BRODERICK, 2003). Dietas com 16,5% de PB à base de silagem de alfafa e silagem de milho, suplementadas com FS, resultaram em maior produção de leite, proteína e gordura (OLMOS COLMENERO; BRODERICK, 2006a).

A suplementação de NNP é utilizada como alternativa na substituição de fontes de proteína verdadeira. Carmo et al. (2001) observaram que para vacas em final de lactação, a suplementação com teores elevados de NNP (2% de ureia na MS da dieta) em substituição parcial ao FS não comprometem o desempenho animal, uma vez que não foram observadas alterações na produção e no teor de PB do leite.

A cana-de-açúcar adquiriu posição consolidada dentre as alternativas de volumoso a ser fornecido na alimentação de vacas leiteiras. Magalhães et al. (2004) estudaram o efeito de substituição de até 100% da silagem de milho por cana-de-açúcar, em dietas com relação V:C de 60:40 para vacas produzindo em média 24 kg de leite/dia. Os resultados deste estudo demonstraram que a produção decresceu linearmente com o nível de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar. Entretanto, quando avaliaram a variação de peso vivo e o desempenho econômico, concluíram que o nível de 33% de substituição apresentaram os melhores resultados.

Mendonça et al. (2004) ao comparar diferentes formulações com utilização da cana-de-açúcar suplementada com uréia (0,35%) para vacas leiteiras com silagem de milho na proporção V:C de 60:40, encontraram redução no consumo de 17,8 para 15,03 Kg/dia, e na produção de leite de 22 para 19,23 Kg/dia, nas dietas com cana-de-açúcar. Entretanto, ao avaliar a relação V:C de 50:50, não houve diferença na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura entre as dietas com cana-de-açúcar (21,3 Kg de leite/dia) e silagem de milho (23,0 Kg de leite/dia), embora com pequena redução de peso vivo. Os resultados deste estudo demonstraram que o uso de cana-de-açúcar fornecida aos animais na relação 60:40 apresentou menor desempenho, inclusive com variação negativa de peso corporal.

Sousa et al. (2009) avaliaram a substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar corrigida com uréia (1%) e sulfato de amônio (9:1) e suplementada com 0%, 7% e 14% de caroço de algodão. As dietas avaliadas apresentavam relações V:C de 60:40 e 50:50, fornecidas para vacas produzindo em média 22 kg de leite/dia. Foi observado menor CMS e produção de leite quando utilizada a cana-de-açúcar. No entanto, os autores concluíram que a

inclusão do caroço de algodão em níveis adequados, pode aumentar a energia e melhorar as características nutricionais de dieta contendo cana-de-açúcar como volumoso.

Costa et al. (2005) avaliaram três relações V:C em dietas a base de cana-de-açúcar corrigida (50:40; 50:50; e 40:60), em comparação a uma dieta a base de silagem de milho, utilizada na relação 60:40, para vacas produzindo 20 Kg de leite/dia. Neste estudo, vacas que receberam dieta a base de cana-de-açúcar corrigida na relação 40:60 atingiram o mesmo CMS e produziram a mesma quantidade de leite, com variação positiva de peso corporal.

O NRC (2001) sugere que 67% das proteínas necessárias para produção de leite provêm da proteína metabolizável. Assim, a necessidade de PM para uma vaca é equivalente à quantidade de proteína que ela secreta no leite, dividida por 0,67. Portanto, para uma vaca com produtividade de 25 kg de leite por dia com 3,5% de proteína é necessário fornecer 1,31 kg de PM diariamente. Rius et al. (2010) sugerem que cada grama de proteína de leite secretada requer 1,5 g de PM.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCAL, INSTALAÇÕES E ANIMAIS

O experimento foi realizado setor de Bovinocultura de Leite, da Coordenadoria do Campus Administrativo de Pirassununga-SP (CCPS), da Universidade de São Paulo, no período de 09 de junho a primeiro de setembro de 2010.

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa com médias de peso vivo de 611 Kg, 235 dias de lactação, 22 Kg de leite/dia no início do experimento. As vacas foram alojadas em sistema tipo *free-stall* em baias individuais, agrupadas em três quadrados latinos 4x4, contemporâneos e balanceados de acordo com dias em lactação e produção de leite. O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 21 dias cada, sendo os 14 primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para coleta de amostras. O arranjo dos tratamentos foi o fatorial 2x2, com duas fontes nitrogenadas (farelo de soja e ureia) e dois teores de PB (14,5 e 16,0% PB).

4.2 DIETAS

Os animais foram distribuídos em delineamento quadrado latino 4 x 4 para receber as quatro rações isoenergéticas (1,29 Mcal/Kg de MS), de forma a atender as exigências nutricionais de acordo com o NRC (2001): A) 16% PB Farelo de soja (FS) como fonte nitrogenada, com 65% de PDR; B) 14,5% PB e uréia (U) como fonte nitrogenada, com 70% de PDR; C) 16% PB U e 70% de PDR; D) 14,5% PB FS e 65% de PDR. A composição centesimal da PDR na PB para os tratamentos com 16% de PB com farelo de soja e uréia foram 10,4 e 11,3% respectivamente, enquanto os tratamentos com 14,5% de PB apresentaram 9,5 e 10,3%. As dietas e a água foram oferecidos *ad libitum,* duas vezes ao dia,

utilizando cana-de-açúcar como volumoso, relação V:C 45:55, durante todo período experimental.

A proporção dos ingredientes no concentrado e dieta total, assim como a composição bromatológica das dietas experimentais, concentrados e ingredientes encontram-se nas tabelas 1, 2, 3, 4 e 5.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes do concentrado, expressa na matéria seca (%MS)

Ingredientes	Dietas[1]			
	Farelo de Soja		Ureia	
	16,0	14,5	16,0	14,5
Milho moído	42,25	48,76	50,06	57,62
Farelo de soja	27,54	19,99	14,54	9,98
Grão de soja	21,87	22,92	25,44	22,40
Ureia	0,40	0,40	1,82	1,82
Sulfato de amônia	0,00	0,00	0,20	0,20
Bicarbonato de sódio	1,37	1,36	1,36	1,42
Óxido de magnésio	0,46	0,45	0,45	0,45
Calcário	5,46	5,46	5,46	5,45
Suplemento Mineral[1]	0,20	0,20	0,20	0,20
Sal comum	0,46	0,45	0,45	0,45

[1]Dietas isoenergéticas (1,29Mcal/Kg de MS) com 15,57% PB farelo de soja (FS) como fonte nitrogenada, com 65% de PDR; 14,23% de PB e uréia (U) como fonte nitrogenada, com 70% de PDR; 15,62% PB U e 70% de PDR; 14,21% de PB FS e 65% de PDR. Composição por quilograma de produto: cálcio-190g, fósforo-73g, enxofre-30g, magnésio-44g, cobre-340mg, zinco-1350mg, manganês-940mg, cobalto-3mg, iodo-16mg, selênio-10mg, ferro-1064mg, vitamina A-100.000 UI, vitamina D-40.000 UI, vitamina E-600 UI.

Tabela 1 – Composição percentual dos ingredientes nas dietas, expressa na matéria seca (%MS)

Ingredientes	Dietas[1]			
	Farelo de Soja		Ureia	
	16,0	14,5	16,0	14,5
Milho Fubá	23,2	26,81	27,51	31,69
Soja Farelo 48% PB	15,12	10,99	7,99	5,49
Soja Grão Integral *in natura*	12,01	12,6	13,98	12,32
Ureia	0,22	0,22	1,00	1,00
Sulfato de Amônia	-	-	0,11	0,11
Bicarbonato de Na	0,75	0,75	0,75	0,78
Óxido de Magnésio	0,25	0,25	0,25	0,25
Suplemento mineral[2]	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcário	0,11	0,11	0,11	0,11
Sal comum	0,25	0,25	0,25	0,25
Cana-de-açúcar	45,08	45,02	45,06	44,99

[1]Dietas isoenergéticas (1,29Mcal/Kg de MS) com 15,57% PB farelo de soja (FS) como fonte nitrogenada, com 65% de PDR; 14,23% de PB e uréia (U) como fonte nitrogenada, com 70% de PDR; 15,62% PB U e 70% de PDR; 14,21% de PB FS e 65% de PDR. Composição por quilograma de produto: cálcio-190g, fósforo-73g, enxofre-30g, magnésio-44g, cobre-340mg, zinco-1350mg, manganês-940mg, cobalto-3mg, iodo-16mg, selênio-10mg, ferro-1064mg, vitamina A-100.000 UI, vitamina D-40.000 UI, vitamina E-600 UI.

Tabela 2 – Composição bromatológica dos ingredientes das dietas

Composição Química	Cana[6]	FS[7]	GS[8]	Milho[9]
Matéria Seca (MS)[1]	26,70	88,94	91,80	88,30
Matéria Orgânica (MO)[2]	96,80	93,90	94,70	98,80
Matéria Mineral (MM)[2]	3,20	6,10	5,30	1,70
Proteína Bruta (PB) [2]	1,90	46,70	39,70	9,80
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN)[3]	23,90	3,42	16,05	23,02
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA)[3]	1,79	3,42	16,05	23,02
Extrato Etéreo (EE)[2]	0,78	1,74	20,21	3,40
Carboidratos Totais (CHOT)[2]	94,12	45,46	34,79	85,10
Fibra em Detergente Neutro (FDN)[2]	57,99	11,59	12,64	7,53
Carboidratos Não Fibrosos (CNF)[2]	36,14	33,87	22,15	77,57
Fibra em Detergente Ácido (FDA)[2]	33,08	8,99	15,45	4,18
FDA indigestível (FDAi)[2]	12,41	1,80	2,08	1,55
Lignina[2]	7,07	3,98	7,80	1,11
Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)[4]	65,61	89,08	112,97	95,55
Energia Líquida de Lactação (EL_L)[4] (Mcal/Kg)	1,64	2,23	2,82	2,39
Energia Bruta (EB)[5] (cal/g/MS)	4073,70	4695,04	5202,88	4770,36

[1]Valor expresso em porcentagem da matéria natural; [2]Valores expressos em porcentagem da matéria seca; [3]Valores expressos em porcentagem do nitrogênio total; [4]Valores estimados pelas equações do NRC (2001); [5]Obtido com auxílio de bomba calorimétrica; [6]CANA: Cana-de-açúcar; [7]FS: farelo de soja; [8]GS: Grão de soja cru; [9]Milho moído.

Tabela 3 - Composição bromatológica dos concentrados

Composição química	Dietas			
	Farelo de Soja		Ureia	
	16,0	14,5	16,0	14,5
Matéria Seca (MS)[1]	90,35	90,22	90,54	90,38
Matéria Orgânica (MO)[2]	87,42	87,36	86,60	86,79
Matéria Mineral (MM)[2]	12,58	11,95	13,40	13,21
Proteína Bruta (PB)[2]	26,79	24,28	26,88	24,31
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN)[3]	6,56	6,66	6,98	6,69
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA)[3]	3,39	1,30	1,28	1,33
Extrato Etéreo (EE)[2]	6,31	6,60	7,03	6,65
Carboidratos Totais (CHOT)[2]	54,31	55,08	52,69	55,84
Fibra em Detergente Neutro (FDN)[2]	12,05	11,68	11,41	10,93
Carboidratos Não Fibrosos (CNF)[2]	42,26	46,09	41,29	44,90
Fibra em Detergente Ácido (FDA)[2]	7,60	7,35	7,31	6,75
Lignina[2]	3,27	3,11	3,12	2,79
Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)[4]	77,14	78,86	76,72	79,37
Energia Líquida de Lactação (EL_L)[4] (Mcal/Kg)	1,95	2,06	1,98	2,13

[1]Valor expresso em porcentagem da matéria natural; [2]Valores expressos em porcentagem da matéria seca; [3]Valores expressos em porcentagem do nitrogênio total; [4]Valores estimados pelas equações do NRC (2001);

Tabela 4 - Composição bromatológica das dietas

Ingredientes (%)	Dietas[1]			
	Farelo de Soja		Ureia	
	16,0	14,5	16,0	14,5
Porcentagem da MS				
Cana-de-açúcar	45,08	45,02	45,06	44,99
Milho Fubá	23,2	26,81	27,51	31,69
Soja Farelo 48% PB	15,12	10,99	7,99	5,49
Soja Grão Integral *in natura*	12,01	12,6	13,98	12,32
Ureia	0,22	0,22	1,00	1,00
Sulfato de Amônia	-	-	0,11	0,11
Bicarbonato de Sódio	0,75	0,75	0,75	0,78
Óxido de Magnésio	0,25	0,25	0,25	0,25
Suplemento mineral[2]	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcário	0,11	0,11	0,11	0,11
Sal comum	0,25	0,25	0,25	0,25
Composição Química				
Matéria Seca (MS)[3]	61,66	61,64	61,78	61,75
Matéria Orgânica (MO)[4]	91,66	91,63	91,22	91,32
Matéria Mineral (MM)[4]	8,35	8,02	8,80	8,71
Proteína Bruta (PB)[4]	15,57	14,21	15,62	14,23
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN)[5]	11,39	11,39	11,39	11,39
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA)[5]	2,67	1,52	1,51	1,54
Extrato Etéreo (EE)[4]	3,82	3,98	4,21	4,01
Carboidratos Totais (CT)[4]	72,26	72,71	71,38	73,15
Fibra em Detergente Neutro (FDN)[4]	32,76	32,56	32,41	32,16
Carboidratos Não Fibrosos (CNF)[4]	39,50	41,63	38,97	40,99
Fibra em Detergente Ácido (FDA)[4]	19,09	18,95	18,93	18,63
Lignina[4]	4,98	4,90	4,90	4,72
Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)[6]	71,94	72,94	71,73	73,24
Energia Líquida de Lactação (EL_L)[6] (Mcal/Kg)	2,91	2,97	2,93	3,01

[1]Dietas isoenergéticas (1,29Mcal/Kg de MS) com 15,57% PB farelo de soja (FS) como fonte nitrogenada, com 65% de PDR; 14,23% de PB e uréia (U) como fonte nitrogenada, com 70% de PDR; 15,62% PB U e 70% de PDR; 14,21% de PB FS e 65% de PDR. [2]Composição por quilograma de produto: cálcio-190g, fósforo-73g, enxofre-30g, magnésio-44g, cobre-340mg, zinco-1350mg, manganês-940mg, cobalto-3mg, iodo-16mg, selênio-10mg, ferro-1064mg, vitamina A-100000, vitamina D-40000, vitamina E-600,0; [2]Valor expresso em porcentagem da matéria natural; [3]Valores expressos em porcentagem da matéria seca; [4]Valores expressos em porcentagem do nitrogênio total; [5]Valores estimados pelas equações do NRC (2001);

4.3 ANÁLISE DE ALIMENTOS E CONSUMO

Diariamente foram feitas pesagens das quantidades de volumoso e concentrado fornecidas e das sobras de cada dieta, para estimativa do consumo individual. Os animais foram arraçoados de acordo com o CMS do dia anterior, de forma a ser mantido porcentual de sobras diárias das dietas entre 5 e 10 % do fornecido, para não haver limitação de consumo. Em cada período experimental, foram coletadas amostras de cana-de-açúcar, dos ingredientes do concentrado e das sobras das rações fornecidas, armazenadas - 20ºC até a realização de análises bromatológicas e cálculo do CMS e nutrientes.

O valor do grau Brix® da cana de açúcar foi determinado em refratômetro de campo (marca Handheld®, *refratocmter model* RHBO-90) e apresentou valor médio de 18º brix. A cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, foi colhida manualmente com a retirada do excesso da palha, no dia anterior à sua utilização, armazenada no próprio canavial até a picagem no dia seguinte por picadeira/ensiladeira marca Pinheiro, modelo 3610, em fragmentos de 0,5 a 1,0 cm.

Nos alimentos fornecidos e nas amostras de sobras foram analisados os teores de MS, matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e lignina de acordo com as metodologias descritas por (SILVA; Queiroz, 2002). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido pela multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25.

A concentração de carboidratos totais (CHOT) foi calculada da seguinte forma: CHOT= 100 - (%PB + %EE + %MM) (SNIFFEN et al., 1992). Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimados segundo Hall (1998), em que: CNF=100-[(%PB - %PB Uréia + %Uréia) + %EE + %MM + %FDN]. Os nutrientes digestíveis totais observados NDT= PBd + FDNd + (EEd*2,25) + CNFd foram calculados de acordo com Weiss, Conrad e Pierre (1992).

Os teores de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente neutro livre de cinza e proteína (FDNcp), e fibra detergente ácido (FDA) foram obtidos conforme método descrito por Van Soest e Mason (1991), utilizando-se α-amilase sem adição de sulfito de sódio na determinação do FDN, em Sistema Ankon®.

4.4 DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL

As amostras de fezes foram coletadas no 14°, 15° e 16° dias de cada período experimental, sempre antes das ordenhas da manhã e da tarde, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas -20 ^{o}C. Ao final do período de coleta foi feita uma amostra composta por animal com base no peso seco ao ar. Para a determinação da digestibilidade aparente total da MS e dos nutrientes a quantidade total da MS fecal excretada foi estimada pela concentração de fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

As amostras de cana-de-açúcar, sobras e fezes foram pré-secadas em estufa com ventilação forçada (60°C/72 horas), em conjunto com as demais amostras de ingredientes, foram processadas em moinho de facas com peneiras com poros de 2 mm.

Para avaliação dos teores dos componentes indigestíveis, as amostras processadas foram acondicionadas em sacos de tecido não-tecido (TNT-100g/m^2), com dimensões de 4 x 5 cm. As alíquotas foram acondicionadas em todos os sacos, segundo a relação de 20 mg de matéria seca por centímetro quadrado de superfície (NOCEK, 1988).

Antes da incubação das amostras, duas vacas Holandesas foram adaptadas durante 7 dias com ração a base de farelo de soja e milho moído, e recebendo cana-de-açúcar como volumoso. Posteriormente ao período de adaptação dos animais, as amostras foram incubadas no rúmen por período de 288 horas, segundo adaptação de técnica descrita por Casali et al. (2008). Após a retirada do rúmen, os sacos foram lavados com água corrente até o total clareamento destes, e imediatamente conduzidos à estufa de ventilação forçada (60º/72 horas).

Após este período, os sacos foram submetidos à secagem em estufa (105ºC/45 minutos), e posteriormente, acondicionados em dessecador (20 sacos/dissecador) e pesados para obtenção da MS indigestível. Posteriormente, os sacos foram submetidos ao tratamento com detergente ácido por uma hora, em equipamento analisador de fibra Ankon® (MERTENS, 2002). Após este período foram lavados com água quente e acetona, secos e pesados conforme procedimento anterior. Ao final deste tratamento, obteve-se a FDAi.

4.5 BALANÇO DE ENERGIA

Para obtenção do consumo de energia bruta e o cálculo da eficiência do uso de energia consumida, as amostras de cana-de-açúcar, ingredientes e concentrados foram analisadas quanto ao seu teor de energia bruta em bomba calorimétrica, de acordo com Harvatine e Allen (2006). O consumo de energia digestível (CED) foi obtido por meio do coeficiente de digestibilidade das dietas e do consumo de energia bruta, de acordo com os valores de energia obtidos para os ingredientes e a cana-de-açúcar (HARVATINE; ALLEN 2006).

O consumo de energia líquida (CEL), energia líquida de produção (EL_P), energia líquida de ganho (EL_g) foram calculados de acordo com as equações do NRC (2001), como a seguir: CEL (Mcal/dia) = 0,703 × EM (consumo) − 0,19 + {[(0,097 × EM (consumo) + 0,19)/97] × [EE − 3]}; EM (consumo) = 1,01 × (ED (consumo) − 0,45] + 0,0046 × (EE − 3) em que: EM = energia metabolizável; EE = extrato etéreo; ED = energia digestível.

A energia metabolizável (EM) foi obtida pela seguinte fórmula: EM (Mcal/Kg) = [1,01 * {(%CNF/100) *4,2+ (%FDN/100) *4,2 + (%PB/100) *5,6 + (%AG/100) * 9,4 - 03)}-0,45] + 0, 0046 * (EE-3,0).

Para o cálculo de energia digestível (ED) dos suplementos de gordura com e sem glicerol foram utilizadas a seguintes fórmulas: com glicerol ED (Mcal/dia) = [{9,4 * DAG *0,9*(EE/100)} + (4,3*0,1*(EE/100)}]; sem glicerol ED (Mcal/dia) = 9,4 * DAG * (EE/100), onde: DAG = digestibilidade dos ácidos graxos.

Os valores de energia líquida de produção (EL_p) foram calculados segundo a fórmula: EL_p (Mcal/dia) = produção de leite (Kg) × (0,0929 × G% + 0,0563 × pv% + 0,0395 × lactose%) onde: G%=teor de gordura no leite; PV= teor de proteína verdadeira do leite.

A eficiência de utilização de energia foi calculada de acordo com Harvatine; Allen (2006) da seguinte forma: Eficiência produção de leite = EL (consumo) – EL (ganho PV) – EL (leite); Eficiência lactação = EL produção de leite + EL ganho de PV)/Consumo de ED.

4.6 FERMENTAÇÃO RUMINAL

No 21º de cada período experimental, amostras de líquido ruminal foram coletadas por meio de sonda esofágica, três horas após a alimentação da manhã, para avaliação dos parâmetros de fermentação ruminal (ORTOLANI, 1981). Logo após a coleta foram determinados o pH ruminal por meio de potenciômetro. As amostras foram armazenadas em caixas térmicas e encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia da FMVZ-USP.

No laboratório, as amostras foram centrifugadas a 5.000 rpm por 15 minutos e 1 mL do sobrenadante foi colocado em tubo de ensaio, adicionado 0,2 mL de ácido fórmico P.A, e armazenado a -20 ^{o}C para determinação de ácidos graxos de cadeia curta. Da mesma amostra, 2 mL do sobrenadante foi pipetado e armazenado em tubos de ensaio contendo 1 mL de ácido sulfúrico a 1 N, para posterior determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_3).

A metodologia utilizada para análise de ácidos graxos de cadeia curta foi preconizada por Erwin, Marco e Emery (1961), sendo utilizado cromatógrafo a gás (Modelo 9001 Gás Chromatograph, Marca Finnigan) equipado com coluna de vidro de 02 metros de comprimento x 1/4, empacotada com 80/120 Carbopack B-DA/4% Carbowax 20M. Os gases utilizados foram o nitrogênio como gás de arraste na vazão de 25 mL/minuto, oxigênio como gás comburente na vazão de 175 mL/minuto, e hidrogênio como gás combustível na vazão de 15 mL/minuto. As temperaturas utilizadas do vaporizador foram de 220 ^{o}C, do detector de ionização de chamas de 250°C e da coluna de separação de 195 ^{o}C por 3 minutos, aumentando 10 ^{o}C/minuto até 200 ^{o}C.

Soluções padrão a 0,1 N de ácido acético, propiônico e butírico foram preparadas e padronizadas com hidróxido de potássio (KOH) 0,1 N, a fim de produzir soluções padrão de ácidos graxos voláteis de concentração conhecida. As determinações foram realizadas injetando-se 1 μL de amostra em cromatógrafo integrado a computador, que processava os cálculos de quantificação, utilizando-se do software BORWIN versão 1.21 para cromatografia.

O nitrogênio amoniacal (N-NH_3) foi determinado pelo método de ácido salicílico. Foram adicionados aos tubos contendo amostras de líquido ruminal e ácido sulfúrico a 1 N, 1 mL de tungstato de sódio a 10%, e posteriormente as amostras foram centrifugadas a 1.200 x

g durante 15 minutos. Em seguida foram pipetados 25 µL do sobrenadante a um tubo limpo e neste adicionados 5 mL de fenol e 5 mL de hipoclorito.

Os tubos foram agitados para homogeneização das amostras e colocados em banho-maria a 37 ºC durante 15 minutos adquirindo coloração azul. Após resfriamento as amostras, foram analisadas em espectrofotômetro quanto a sua absorbância e os resultados obtidos foram utilizados em equação de regressão para calcular a concentração em mg/dL, em que: concentração de $N\text{-}NH_3$ (mg/dL) = Absorbância – (a)/b; b= R^2 da equação elaborada a partir do padrão.

4.7 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, 7:30 e as 15:30 horas, sendo a produção de leite registrada diariamente durante todo o período experimental. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLC) segundo fórmula de Sklan et al. (1992), onde PLC = (0,432 + 0,1625 * teor de gordura do leite) * Kg de leite.

As amostras de leite para análise foram obtidas no 14º, 15º, 16º e 17º de cada período experimental, sendo cada amostra proveniente das duas ordenhas diárias (60% correspondente à ordenha da manhã e 40% à ordenha da tarde), a partir do balão de medição. Após a coleta, as amostras de leite foram armazenadas em tubos plásticos até a realização das análises.

Para a determinação da gordura no leite foram utilizadas amostras à fresco, segundo a metodologia descrita por Gerber no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do VNP-FMVZ-USP (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). As análises de contagem de células somáticas foram realizadas, no Laboratório de Fisiologia da Lactação da ESALQ – USP (Clínica do Leite), através da contagem eletrônica de células por citometria de fluxo em equipamento Fossomatic™ FC (FOSS, 2008a). As concentrações de gordura, proteína e lactose foram analisadas por absorção infravermelha por meio de um equipamento analisador MilkoScan™ FT + (FOSS, 2008b).

4.8 AVALIAÇÃO DO ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL E PESO CORPORAL

O escore de condição corporal (ECC) e o peso corporal foram avaliados no sétimo dia de adaptação e no final de cada período experimental, para avaliação da variação de peso. O peso dos animais foi correspondente à média de duas pesagens sucessivas, feitas antes do fornecimento das alimentações e após as ordenhas durante dois dias. Para o cálculo da variação de ECC e de peso corporal, foram considerados os pesos do sétimo dia de adaptação e do final de cada período experimental. As mensurações do ECC foram realizadas segundo metodologia proposta (EDMONSON et al. 1989).

4.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental usado foi o quadrado latino 4x4, com arranjo fatorial de tratamentos 2x2, sendo duas fontes nitrogenadas (uréia ou farelo de soja), dois teores de proteína bruta (14,5 ou 16,0% da MS) e a interação. Os resultados foram submetidos análise estatística pelo uso do SAS (Version 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC 2004), verificando a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias pelo Proc UNIVARIATE. Os dados foram analisados de acordo com os efeitos principais para fonte nitrogenada e teor de proteína bruta e a interação entre fonte e teor de proteína bruta, pelo comando PROC MIXED do SAS, adotando-se nível de significância de 5%, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + F_i + T_j + F_i*T_j + Q_k + A(Q)_l + P_m + e_{ijklm}$$

Y_{ijkl} = é a observação referente ao i-ésima fonte nitrogenada, j-ésimo teor de PB; k-ésimo quadrado latino; l-ésimo animal dentro de quadrado latino; e m-ésimo período; μ = média geral; F_i = efeito da fonte nitrogenada i, i = farelo de soja ou uréia; T_j = efeito do teor de PB j, j = 14,5 ou 16%; F_i*T_j = interação entre a fonte nitrogenada i e teor de PB j; Q_k = efeito do quadrado latino k, k = 1 a 3; $A(Q)_l$ = efeito do animal l dentro de cada quadrado latino, l = 1 a 12; P_m = efeito do período m, m = 1 a 4; E_{ijklm}= erro aleatório associado a cada observação.

Os graus de liberdade calculados foram realizados de acordo com o método Satterthwaite (DDFM = Satterth).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL

As médias ajustadas para consumo e digestibilidade aparente total da MS, distribuídas em relação às dietas encontram-se na (Tabela 6). Não foi observado efeito da variação da fonte nitrogenada, do teor de proteína bruta da dieta e interação sobre o CMS (kg/dia e % PV), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) (kg/dia e % PV), carboidrato não fibroso (CNF), carboidrato total (CHOT), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida de lactação (EL_L).

Broderick (2003) observou aumento linear no CMS de (21,65 Kg/dia) de vacas leiteiras quando aumentou o teor de PB (15,1 e 16,7%) da dieta. Os resultados do presente estudo indicaram valores inferiores quanto ao CMS (18,27 kg/dia).

Não houve influência da dieta sobre o CMS (18,27 Kg/dia) neste estudo, ao contrário do que foi sugerido por Allen (1991), em que a ingestão de MS é reduzida quando bovinos consomem forragens de qualidade reduzida, independentemente da estratégia de alimentação. Neste contexto, a cana-de-açúcar tem sido correlacionada negativamente com o CMS, não apenas pela fração indigestível da fibra, mas pela baixa taxa de digestão da fibra potencialmente degradável, que apresenta elevado efeito de enchimento ruminal (PEREIRA et al., 2000).

Mendonça et al. (2004) não observaram diferença para CMS (15,35 kg/dia) em vacas alimentadas com silagem de milho com relação V:C de 60:40, com base na MS, ou com cana-de-açúcar com relação V:C de 60:40, com 0,35 ou 1% de uréia+sulfato de amônio (SA) ou V:C de 50:50 com 1% de uréia+SA. Tal resultado está abaixo do encontrado no presente estudo (18,27 kg/dia).

Costa et al. (2005) avaliaram dietas formuladas com silagem de milho, na proporção V:C de 60:40, ou cana-de-açúcar nas proporções de 60, 50 e 40%, corrigida com 1% de ureia+SA com base na MS. A dieta com 60% de cana-de-açúcar apresentou menor consumo de MS (15,77 Kg/dia). Este resultado é menor que o encontrado no presente estudo (18,27 kg/dia). Porém, para os animais que receberam as dietas com 50 e 40% de cana-de-açúcar o

CMS médio foi de 18,67 Kg/dia, e apresentou resultado semelhante ao encontrado neste estudo.

A baixa digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar provoca maior retenção ruminal do alimento ingerido, e consequentemente, reduz o CMS (PRESTON, 1982). Magalhães et al. (2006) verificaram que a inclusão de cana-de-açúcar em substituição total à silagem de milho causou redução na taxa de passagem ruminal, de 5,84% para 5,27% por hora. Este fato comprova a teoria de que o maior acúmulo de material indigestível no rúmen induz à saciedade física, e o CMS.

O consumo de FDN ótimo em função do peso vivo de vacas leiteiras para maximizar a produção de leite corrigida para 4% de gordura é de 1,2 ± 0,1% do peso vivo (MERTENS, 1985) ou 11 a 13 g de FDN/kg de PV (MERTENS, 1994). No presente estudo, o consumo médio de FDN em relação ao PV foi de 7,33 kg/dia, que corresponde a ingestão de 12,0 g de FDN/kg de PV. Portanto, de acordo com os dados do presente estudo pode se inferir que as dietas maximizaram produção de leite corrigida para 4% de gordura, para está fase de lactação que os animais apresentavam.

Não houve efeito das dietas sobre o coeficiente de digestibilidade da MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro, (FDN) carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) (Tabela 6). Houve tendência para interação entre a fonte nitrogenada e o teor de proteína bruta da dieta para MS (P=0,08), MO (P=0,09) e PB, (P=0,07), sobre coeficiente de digestibilidade (Tabela 6).

Conrad, Pratt e Hibbs (1964) sugerem que em dietas com digestibilidade da MS variando de 52 a 66%, o CMS está relacionado ao peso corporal (PC), e em dietas com digestibilidade de 67 a 80%, ao peso metabólico. O coeficiente de digestibilidade da MS das dietas foi em média 62%, este resultado indica que o CMS do presente estudo está relacionado ao PC dos animais.

Magalhães et al. (2006) não observaram diferenças nos coeficientes de digestibilidade da MS (64,45%), MO (65,93%) e PB (67,35%) na substituição de silagem de milho por 100% de cana-de-açúcar. No presente trabalho os coeficientes de digestibilidade encontram-se ligeiramente menores (62,0; 63,08; 62,51%) para MS, MO e PB, respectivamente.

Vilela et al. (2003) observaram digestibilidade média da MS de 63% em dietas contendo cana-de-açúcar e farelo de algodão. A digestibilidade média da MS observada neste estudo foi de 62%, semelhante aos resultados encontrados por estes autores. No entanto, foi

menor que a encontrada por Cordeiro et al. (2007) que obtiveram média de 69% de digestibilidade da MS em dietas com cana-de-açúcar corrigida com 1% de uréia + SA (9:1), na proporção de 60% (MS) e teores crescentes de PB na MS total da dieta (11,5; 13,0; 14,5 e 16,0%).

Tabela 5 – Médias ajustadas, coeficiente de variação (CV), para consumo e digestibilidade aparente total da matéria seca e nutrientes em função das dietas

Variáveis	Dietas[1]				Média	CV(%)	*Probalilidade*[2]		
	FS		Ureia						
	16,0	14,5	16,0	14,5			Teor	Fonte	Int
				Consumo kg/dia					
Matéria seca	19,40	17,55	17,14	18,99	18,27	11,43	0,995	0,781	0,265
Matéria orgânica	17,81	16,28	15,76	17,32	16,79	11.67	0,987	0,708	0,308
Proteína bruta	2,88	2,40	2,78	2,79	2,71	12,72	0,369	0,557	0,356
Extrato etéreo	0,44	0,82	0,45	0,44	0,54	17,02	0,748	0,786	0,861
Fibra detergente neutro	6,42	5,68	5,81	6,25	6,04	13.04	0,773	0,969	0,311
Carboidrato não fibroso	7,97	7,56	6,63	7,70	7,47	11,07	0,574	0,300	0,207
Carboidratos totais	8,96	6,61	8,34	8,81	8,18	14,56	0,932	0,771	0,604
NDT[3]	14,05	13,32	12,66	13,82	13,46	11,34	0,842	0,670	0,384
				Mcal/dia					
Energia líquida lactação	37,87	35,79	34,09	37,63	36,35	11,20	0,798	0,728	0,370
				Coeficiente de Digestibilidade %					
Matéria seca	67,20	60,40	57,06	63,32	62,00	7,88	0,920	0,278	0,082
Matéria orgânica	68,65	60,90	57,33	65,44	63,08	10,15	0,978	0,461	0,097
Proteína bruta	69,20	60,12	60,50	60,20	62,51	7,70	0,508	0,582	0,076
Extrato etéreo	88,30	87,80	87,32	87,28	87,68	4,52	0,847	0,584	0,883
Fibra detergente neutro	55,80	51,92	59,88	57,61	56,30	10,36	0,425	0,835	0,268
Carboidrato não fibroso	74,06	71,42	64,04	68,75	69,57	11,65	0,847	0,223	0,523
Carboidratos totais	67,06	61,22	57,41	62,73	62,11	8,30	0,941	0,259	0,134
NDT obs[4]	67,66	63,32	60,00	65,15	64,03	7,91	0,904	0,383	0,207
				Consumo % PV[5]					
Matéria seca	3,45	3,32	3,06	3,37	3,30	10,85	0,739	0,513	0,446
Fibra detergente neutro	1,14	1,01	0,97	1,11	1,06	12,01	0,937	0,671	0,153

[1]Dieta com 16% PB farelo de soja (FS) como fonte nitrogenada, com 65% de PDR; 14,5% PB e uréia (U) como fonte nitrogenada, com 70% de PDR; 16% PB U e 70% de PDR; 14,5% PB FS e 65% de PDR. [2]Probabilidade de efeito teor de proteína bruta, duas fontes nitrogenadas e interação. [3]NDT: nutrientes digestíveis totais; NDTobs: NDT observado; [5]PV: peso corporal.

Broderick (2003) não observou variação na digestibilidade da MS e MO (62,9 e 63,95%) com o aumento de PB dietética (15,1 e 18,4%). Resultados semelhantes foram observados neste estudo, no qual o coeficiente de digestibilidade da MS e MO foi de 61,9 e 62,2%, respectivamente. Houve tendência a interação entre a fonte nitrogenada e o teor de proteína bruta da dieta sobre a digestibilidade da MS e da MO.

Neste estudo, a digestibilidade média da PB de animais alimentados com dietas com 16% de PB (64,85%), foi superior a dos alimentados com dietas com 14,5% de PB (60,16%), independentemente da fonte nitrogenada.

Autores relataram que a utilização de teores crescentes de PB (12,7 a 18,4%) resultou em aumentos nas digestibilidades da MS, MO, e PB, o que não foi observado neste trabalho ao aumentar de 14,5% para 16% de PB (PEREIRA et al., 2006; CUNNINGHAM et al., 1996; BRODERICK, 2003).

5.2 FERMENTAÇÃO RUMINAL

Houve interação entre a fonte nitrogenada e teor de PB da dieta para variável pH ruminal (P<0,007), na qual os animais que receberam a dieta 14,5% de PB e ureia como fonte nitrogenada apresentaram redução do pH ruminal (6,91), quando comparado aos animais que receberam a dieta com 14,5% de PB e FS como fonte nitrogenada (7,14) (Figura 1). O inverso ocorreu quando os animais receberam a dieta 16% de PB e ureia, com maiores valores de pH (7,54) em relação aos animais alimentados com 16% de PB e FS, nos quais, o pH foi de 6,98 (Tabela 7). Estes resultados sugerem que o aumento do teor PB de ureia como fonte nitrogenada nas dietas de 14,5% para 16% de PB aumentou o pH, quando comparada a fonte nitrogenada FS.

Houve tendência de fonte nitrogenada (P=0,08) (ureia e FS) sobre o pH ruminal, maior para as dietas com ureia como fonte nitrogenada em relação ao farelo de soja (7,22 vs 7,06). Estes resultados sugerem que a maior concentração de amônia no rúmen pode promover ambiente ruminal alcalino.

O pH observado neste estudo (7,14) é superior aos valores obtidos por Pires et al. (2008) que ao avaliarem o efeito da substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar (0; 25; 50; 75; 100%), em dietas para vacas em lactação, encontraram valores de 6,48 na dieta

com 100% de cana-de-açúcar. Estes autores sugerem que o alto pH observado nas dietas com cana-de-açúcar como único volumoso, é conseqüência da maior porcentagem de fibra nessas dietas, com maior estímulo a ruminação.

Mendonça et al. (2004) não verificaram variação no pH ruminal (6,7) três horas após o fornecimento de alimento, para a dieta contendo 60% de silagem de milho na MS ou para a dieta com 60% de cana-de-açúcar na MS. Em outro estudo, com diferentes teores de substituição (0; 33,3; 66,6; e 100%) de silagem de milho por cana-de-açúcar, com 60% de volumoso e 40% de concentrado o pH ruminal médio foi de 6,78, para dietas com 100% de cana-de-açúcar (MAGALHÃES et al., 2006). Da mesma forma, em um experimento realizado em condições similares a este, com vacas com média de 170 dias em lactação, o pH médio foi de 6,93 (NAVES, 2010). Tais resultados foram inferiores ao pH médio encontrado neste estudo (7,14).

O valor médio de pH observado neste estudo, após a alimentação dos animais ficou próximo da faixa ótima recomendada para máximo crescimento microbiano (6,7 e 7,1) (HOOVER e STOKES 1991). Quando o pH ruminal atinge valores inferiores a 6,2, ocorre inibição da degradação dos carboidratos estruturais e consequentemente diminuição da eficiência de utilização desta fonte de energia pelos ruminantes (ORSKOV, 1982).

O resultado da concentração média de NH_3 encontrado no presente trabalho (10,52 mg/dL) é menor que o valor encontrado para dieta com 100% de cana-de-açúcar (18,59 mg/100 mL) em substituição a silagem de milho (PIRES et al., 2008). Tais autores sugerem que a diminuição da concentração de amônia, com o uso da cana-de-açúcar foi causada pela maior utilização do NNP para síntese de proteína microbiana. Isso pode ter ocorrido pelo alto teor de carboidratos rapidamente fermentáveis presentes na cana-de-açúcar.

Opiniões quanto à concentração média de NH_3 são controversas na literatura. Satter e Slyter (1974), sugerem concentração mínima de 5 mg/dL de NH_3 no líquido ruminal para o máximo crescimento microbiano. Por outro lado, Leng e Nolan, (1984) recomendam concentrações entre 15 a 20 mg/dL de N-NH_3 no líquido ruminal. Neste estudo, a concentração de NH_3 observada foi de 10,52 mg/dL.

Não houve efeito da dieta sobre a concentração de acetato, propionato, butirato e ácidos graxos de cadeia curta total (mmol/L). Houve tendência de interação (P=0,059) entre teor de PB e fonte nitrogenada da dieta sobre o propionato em mmol/L. Animais que receberam dietas com ureia apresentaram maior média (15,21 mmL) que os com FS (13,13

mmL). Estes resultados sugerem uma melhor sincronia entre carboidratos presentes na cana-de-açúcar e proteínas para dietas com ureia nesta fase de lactação.

Houve interação entre a fonte nitrogenada e teor de PB (P<0,02) da dieta sobre a porcentagem de acetato (Figura 2). Animais que receberam a dieta com 14,5% de PB e ureia como fonte nitrogenada apresentaram menor concentração (65,57%) de acetato, quando comparado aos animais que receberam 14,5% de PB e FS com (69,32%). Já para os animais que receberam a dieta com 16% de PB e ureia tiveram maior concentração (66,26%) de acetato, que os animais alimentados com dieta de 16% de PB e FS (65,23%) (Tabela 7). Estes resultados indicam que a utilização de uréia como fonte nitrogenada aumenta a concentração do acetato quando o teor de PB aumenta de 14,5 para 16% da dieta.

Houve interação (P<0,04) entre a fonte nitrogenada e teor de PB da dieta sobre a porcentagem de propionato (Figura 2). Animais que foram alimentados com a dieta de 14,5% de PB e ureia apresentaram maior concentração (21,35%) de propionato, que os animais com 14,5% de FS (18,24%). O contrário ocorreu para os animais que receberam dietas com16% de PB e ureia com menor concentração (20,24%) de propionato quando comparados aos animais que receberam 16% de PB e FS (21,04%) (Tabela 7).

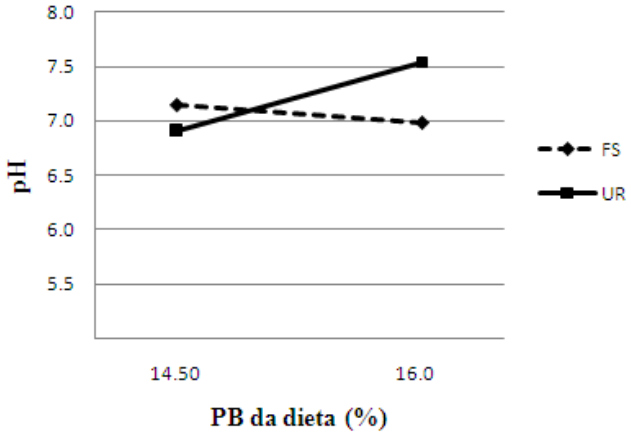

Figura 1 - Interação entre a fonte nitrogenada e o teor de proteína bruta da dieta sobre o pH ruminal.

Houve interação (P<0,003) entre a fonte nitrogenada e teor de PB da dieta sobre a relação acetato:propionato (a:p), na qual os animais que receberam a dieta 14,5% de PB e ureia tiveram menor relação a:p (3,09%), que os animais com 14,5% de PB e FS (3,91%).

Houve inversão para os animais com dieta de 16% de PB e ureia (3,36%) com a dieta de 16% de PB e FS (3,11%) (Tabela 7).

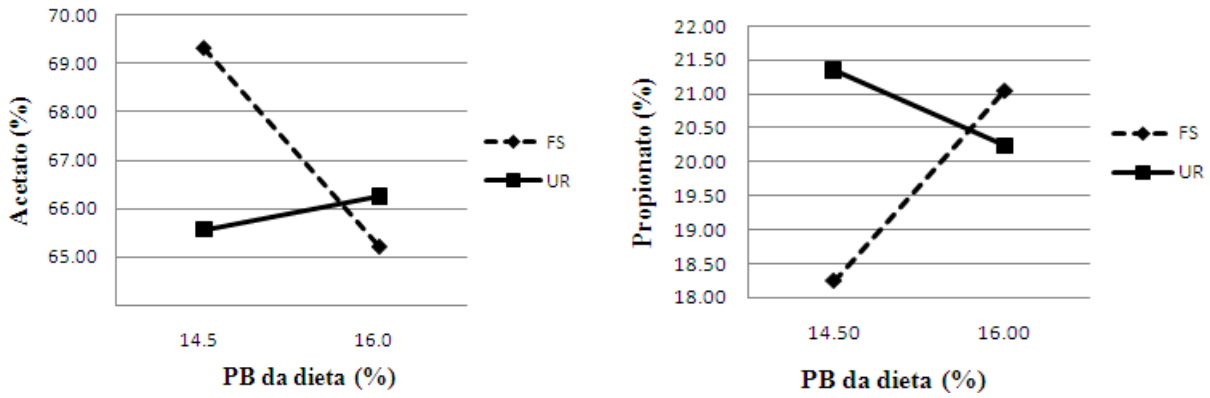

Figura 2 - Interação entre a fonte nitrogenada e o teor de proteína bruta da dieta sobre o Acetato e Propionato (%).

Tabela 6 – Médias ajustadas, coeficiente de variação (CV), da fermentação ruminal e coeficiente de variação das dietas

Variáveis	Dietas[1]				Média	CV(%)	*Probabilidade*[2]		
	FS		U						
	16,0	14,5	16,0	14,5			Teor	Fonte	Int
pH	6,98	7,14	7,54	6,91	7,14	3,16	0,228	0,083	0,007
N-NH_3 (mg/dl)[3]	10,27	9,83	11,19	10,81	10,52	30,23	0,839	0,632	0,989
			mmol/l						
Acetato	52,09	35,30	47,88	50,22	46,37	18,54	0,414	0,414	0,178
Propionato	16,80	9,46	14,00	16,42	14,17	21,07	0,286	0,365	0,059
Butirato	10,88	6,56	9,72	10,05	9,30	21,33	0,202	0,450	0,151
Agcc total[4]	79,81	50,65	71,09	76,72	69,56	18,70	0,245	0,389	0,111
			Porcentagem						
Acetato	65,23	69,32	66,26	65,57	66,59	2,63	0,113	0,193	0,027
Propionato	21,04	18,24	20,24	21,35	20,21	7,71	0,344	0,190	0,045
Butirato	13,72	12,32	13,20	13,07	13,07	10,47	0,313	0,872	0,436
Rel, a/p[5]	3,11	3,91	3,36	3,09	3,36	9,44	0,108	0,080	0,003

[1]Dieta com 16% PB farelo de soja (FS) como fonte nitrogenada, com 65% de PDR; 14,5% PB e uréia (U) como fonte nitrogenada, com 70% de PDR; 16% PB U e 70% de PDR; 14,5% PB FS e 65% de PDR. [2]Probabilidade de efeito teor de proteína bruta, duas fontes nitrogenadas e interação, [3]nitrogênio amoniacal (N-NH_3), [4]ácido graxo de cadeia curta (AGCC), [5]relação acetato/propionato (REL. A/P).

Os resultados da concentração ruminal de acetato (66,59%) e propionato (20,21%) deste trabalho foram inferiores aos obtidos por Pires et al. (2008) que observaram

concentrações de acetato e propionato de 69,07% e 22,12%, respectivamente. O aumento da proporção de forragens na dieta causa redução de propionato e aumento na relação acetato:propionato ruminal (BAUMAN et al., 1985).

5.3 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

Não houve efeito das dietas sobre a produção de leite corrigido (kg/dia), produção de leite, gordura, PB e lactose (Tabela 8). Esses resultados indicam que possivelmente o aporte de nutrientes para o animal, e especialmente para a glândula mamária não foi limitado pela fonte nitrogenada e pelos teores de PB das dietas. Foi observado tendência de efeito (P=0,052) da fonte nitrogenada sobre a produção de proteína (kg/dia). As vacas alimentadas com dietas a base de FS apresentaram maior proteína (0,65 kg/dia), que aquelas alimentadas com ureia (0,59 kg/dia) (Tabela 8). Este fato pode ser justificado pelo maior aporte de proteína verdadeira para os microrganismos ruminais com dieta a base de FS. E também pelo maior coeficiente de digestibilidade da MS, MO e PB das dietas com fonte nitrogenada FS neste estudo (Tabela 6).

A contagem de células somáticas, escore de condição corporal e o peso vivo não foram afetadas pelas dietas (Tabela 8). Foi observado efeito de teor (P<0,001) e da fonte nitrogenada (P<0,005) sobre a gordura (%). Os animais alimentados com dietas contendo 16% de PB apresentaram maior composição percentual de gordura no leite (4,04%), que aqueles alimentados com dietas contendo 14,5% de PB (3,52%).

Os animais que receberam dietas com ureia como fonte nitrogenada apresentaram maior média de gordura (4,06%), que os alimentados com FS (3,5%). As dietas com fonte FS apresentaram maior porcentagem de acetato, principal precursor de gordura do leite (Tabela7) (BAUMAN et al., 1985). Teoricamente, a manutenção da concentração de N amoniacal no rúmen ao longo do dia pode favorecer a digestão de fibra (NRC, 2001). Este fato pode ter melhorado a degradação ruminal de fibra, aumentado a proporção de acetato, e favorecido à síntese de gordura do leite pela glândula mamária.

A contagem células somáticas (CCS) foi utilizada neste estudo para monitorar a ocorrência de mastite subclínica das vacas estudadas, o que poderia influenciar a produção e composição do leite. A CCS manteve-se abaixo de 200.000 células/mL em todos os

tratamentos durante o experimento, indicativo de que os animais não tiveram infecções intramamárias (SCHEPERS et al., 1997).

O resultado de ECC (2,77) e PV (611,25) indicam que as dietas atenderam as exigências nutricionais para estes animais durante o experimento. Outro fator relevante para manutenção do PV dos animais utilizados neste experimento foi o fato de todos os animais já terem passado pelo período de balanço energético negativo, o que sugere que as exigências nutricionais foram atendidas pelas dietas.

Um estudo avaliou a substituição de silagem de milho por diferentes proporções (60, 50 e 40%) de cana-de-açúcar corrigida com 1% de ureia+SA (9:1). A média de produção de leite nas dietas com cana-de-açúcar foi 18,5 kg/dia (COSTA et al., 2005). Resultado similar foi observado por Valvasori et al. (1995) que compararam a substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar (0, 50 e 100%) em vacas com produção média de 18,95 kg de leite/dia. Tais valores, em comparação com os resultados encontrados no presente estudo (19,15 kg de leite/dia) foram inferiores.

Tabela 7 – Médias ajustadas, coeficiente de variação (CV), para efeito do teor de PB e das fontes nitrogenadas (FS e U) das dietas sobre a produção e composição do leite

Variável	Dietas[1]				Média	CV (%)	*Probabilidade*[2]		
	FS		U						
	16,0	14,5	16,0	14,5			Fonte	Teor	Int
PLC (Kg/dia)[3]	20,72	18,23	19,48	20,24	19,66	23,24	0,455	0,734	0,185
PL (Kg/dia)[4]	20,23	19,65	17,04	19,71	19,15	25,94	0,271	0,100	0,114
G (Kg/dia)[5]	0,73	0,61	0,75	0,73	0,70	22,48	0,122	0,149	0,284
PB (Kg/dia)[6]	0,66	0,65	0,55	0,63	0,62	17,63	0,247	0,052	0,163
L (Kg/dia)[7]	0,87	0,84	0,76	0,85	0,83	26,84	0,527	0,297	0,192
G (%)	3,70	3,30	4,38	3,75	3,78	14,44	0,001	0,005	0,472
PB (%)	3,38	3,38	3,28	3,34	3,34	13,90	0,809	0,565	0,829
L (%)	4,33	4,29	4,35	4,33	4,32	6,31	0,703	0,68	0,682
CCS (10^3/mL)[8]	164	175	182	190	177,75	-	0,881	0,781	0,983
ECC[9]	2,62	2,96	2,90	2,62	2,77	11,89	0,805	0,817	0,081
PV (Kg)[10]	608	616	609	612	611,25	12,54	0,675	0,847	0,725

[1]Dieta com 16% PB e farelo de soja (FS) como fonte nitrogenada, com 65% de PDR; 14,5% PB e uréia (U) como fonte nitrogenada, com 70% de PDR; 16% PB U e 70% de PDR; 14,5% PB FS e 65% de PDR. [2]Probabilidade de efeito teor de proteína bruta, duas fontes nitrogenadas e interação, [3]produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; [4]produção de leite (PL); [5]gordura (G); [6]proteína Bruta; [7]lactose (L); [8]contagem de células somáticas (CCS); [9]escore de condição corporal (ECC); [10]peso vivo (PV).

Magalhães et al. (2004) relataram PL média de 20,36 Kg/dia em vacas com 84 dias em lactação, alimentadas com 100% de cana-de-açúcar e relação V:C 60:40 em substituição à silagem de milho. Em outro estudo, com teores crescentes de PB no concentrado (12,7; 14,1; 15,5 e 16,9%) da MS total da dieta, e com 60% de silagem de milho e 40% de concentrado, a PL média diária foi de 26,13 Kg (PEREIRA et al., 2005). Entretanto, neste último estudo, os autores observaram que o teor de 15,5% de PB na MS total proporcionou as melhores respostas para produção de leite. Este resultado indica que o teor de 16,9% de PB na MS da dieta torna-se desnecessário, tendo em vista o aumento do custo. Tais produções foram superiores a encontrada neste estudo (19,15 kg/dia).

Naves (2010) obteve PL média de 19,1 Kg/dia utilizando vacas com média de 170 dias de lactação, utilizando cana-de-açúcar como volumoso basal e relação V:C 45:55. Estes resultados foram semelhante a PL média encontrada neste estudo (19,15 kg/dia).

5.4 BALANÇO DE ENERGIA

Não houve efeito das dietas sobre consumo de energia bruta, digestível, metabolizável, líquida e sobre produção de energia líquida de lactação e energia liquida de ganho (Tabela 9). Os resultados de balanço do energia podem ser explicados pela ausência de efeito das dietas sobre o CMS. Isso sugere que possivelmente ocorreu equilíbrio entre CMS e produção de leite. A eficiência de energia líquida de produção e lactação não foi influenciada pelas dietas. Houve apenas tendência de fonte nitrogenada, maior para as dietas com ureia sobre energia líquida de produção, na qual animais apresentaram melhor eficiência energética (0,54), quando comparado aqueles alimentado com FS (0,485). Este fato possivelmente esta relacionado com perfil de fermentação ruminal observado neste trabalho, onde as dietas com fonte de ureia apresentaram maior concentração de acido propiônico (Tabela7).

Não houve efeito das dietas sobre a eficiência de energia líquida de lactação, visto que não foram observadas diferenças significativas na produção de leite dos animais (Tabela 8). Este resultado está relacionado ao consumo e a digestibilidade aparente total da MS que também não apresentaram efeito de teor ou de fonte nitrogenada utilizada neste experimento (Tabela 6), (COSTA et al., 2004; MENDONÇA et al., 2005).

Esse modelo de cálculo de balanço de energia foi escolhido por reduzir os erros de aumento de ganho de peso vivo que podem superestimar o aumento nas exigências de mantença (HARVATINE; ALLEN, 2006). O peso metabólico pode ser usado para predizer as exigências de energia de mantença entre animais diferindo no peso vivo, mas não estimar as mudanças nas exigências de energia líquida de mantença com ganho de peso, pois há variações na composição corporal dos animais estudados (NRC, 2001).

Tabela 8 – Médias ajustadas, coeficiente de variação (CV) para o balanço de energia das dietas

Variáveis	Dietas[1]				Médias	CV (%)	*Probabilidade*[2]		
	FS		U						
	16,0	14,5	16,0	14,5			Teor	Fonte	Int
				Consumo					
EB[3] (Mcal/dia)	90,08	83,18	78,14	86,14	84,39	11,70	0,936	0,511	0,331
ED[4] (Mcal/dia)	58,82	45,28	44,90	54,75	50,94	18,67	0,799	0,759	0,128
EM[5] (Mcal/dia)	50,30	43,58	39,64	45,34	44,72	15,29	0,906	0,306	0,199
EL_L[6] (Mcal/dia)	37,83	35,80	34,00	37,63	36,32	11,10	0,777	0,718	0,360
				Produção					
EL_L[7] (Mcal/dia)	14,80	12,43	10,81	14,80	13,21	34,58	0,766	0,762	0,254
EL_g[8] (Mcal/dia)	13,89	12,47	13,42	13,56	13,34	21,20	0,407	0,614	0,338
				Balanço de energia					
EL (Mcal/dia)	9,28	9,44	9,49	9,28	9.37	7,34	0,837	0,795	0,118
				Eficiência energética					
EL_P[9]/CED	0,47	0,50	0,56	0,52	0,51	10,62	0,820	0,082	0,312
EL_L[10]/CED	0,23	0,26	0,32	0,26	0,27	29,08	0,499	0,135	0,111

[1]Dieta com 16% PB farelo de soja (FS) como fonte nitrogenada, com 65% de PDR; 14,5% PB e uréia (U) como fonte nitrogenada, com 70% de PDR; 16% PB U e 70% de PDR; 14,5% PB FS e 65% de PDR. [2]Probabilidade de efeito teor de proteína bruta, duas fontes nitrogenadas e interação.
[3]Consumo de Energia Bruta (CEB);
[4]Consumo de Energia Digestível (CED);
[5]Consumo de Energia Metabolizada (CEM);
[6]EL_L (consumo) = 0.703 × EM (Consumo) − 0.19 + {[(0.097 × EM (Consumo) + 0.19)/97] × [EE − 3]} ; EM (Consumo) = 1.01 × (ED (consumo)) − 0.45] + 0.0046 × (EE − 3) (NRC, 2001);
[7]EL_L para produção de leite (Mcal/dia) = Produção de leite (Kg) × (0.0929 × G% + 0.0563 × proteína verdadeira % + 0.0395 × lactose%) (NRC, 2001).
[8]ELg(Variação de peso corporal) calculado pelas fórmulas do NRC (2001).
[9]EL_P = EL (consumo) − EL (ganho PV) − EL (leite).
[10]EL_L para desempenho de lactação = (EL produção de leite + EL ganho de PV).

6 CONCLUSÕES

A utilização de 14,5% de proteína bruta na dieta de vacas em lactação alimentadas com cana-de-açúcar não altera consumo, digestibilidade da MS e nutrientes, fermentação ruminal e balanço de energia quando comparado com o uso de 16% de PB.

Para vacas leiteiras no terço final de lactação, com produção de leite média de 19,6 Kg/dia, o uso de farelo de soja ou ureia como fontes nitrogenadas principais, volumoso a base de cana-de-açúcar e dois teores de PB da dieta (14,5 vs 16%), não altera a produção e composição do leite, exceto para a variável gordura (%).

REFERÊNCIAS

ALLEN, M. S. Carboydrate nutrition. **The Veterinary Clinics of North America**, v. 7, n. 2, p. 327-340, 1991.

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1630, 2000.

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 12, p. 3063-3075, 1996.

AQUINO, A. A.; BOTARO, B. G.; IKEDA, F. D.; RODRIGUES, P. H. M.; MARTINS, M. D.; DOS SANTOS, M. V. Effect of increasing dietary urea levels on milk yield and composition of lactating cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 881-887, 2007.

AQUINO, A. A.; LIMA, Y. R.; BOTARO, B. G.; ALBERTO, C. S. S.; PEIXOTO, K. C.; SANTOS, M. V. Effects of dietary urea levels on milk protein fractions of Holstein cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 140, n. 1-2, p. 191-198, 2008.

ALVAREZ, F. J.; PRESTON, T. R. Ammonia/molasses and urea/molasses as additives for ensiled sugar cane. **Tropical Animal Production**, Edinburg, v. 1, p. 98–104, 1976.

ARIELI, A.; ADIN, G.; BRUCKENTAL, I. The effect of protein intake on performance of cows in hot environmental temperatures. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 620–629, 2004.

BAUMAN, D. E.; MCCUTCHEON, S. N.; STEINHOUR, W. D.; EPPARD, P. J.; SECHEN, S. J. Sources of variation and prospects for improvement of productive efficiency in the dairy-cow - A Review. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 2, p. 583-592, 1985.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa Número 51 de 18 de setembro de 2002. p. 13 - 22.

BRODERICK, G. A. Alfalfa silage or hay versus corn silage as the sole forage for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 68, p. 3262-3271, 1985.

BRODERICK, G. A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1370-1381, 2003.

BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 2964–2971, 1997.

BRODERICK, G. A.; WALLACE, R. J.; ØRSKOV, E. R. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Ed.). **Physiological**

aspects of digestion and metabolism in ruminants. New York: Academic Press, 1991. p. 542-592.

BUTLER, W. R.; CALAMAN, J. J.; BEAM, S. W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 4, p. 858-865, 1996.

CARMO, C. A.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; ZEOLA, N. M. B. L. 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, n. 6S, p. 2126-2133, 2001.

CASALI, A. O.; DETMANN, E., VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HERIQUES, 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.

CASTILLO, A. R.; KEBREAB, E.; BEEVER, D. E; BARBI, J. H.; SUTTON, J. D.; KIRBY, H. C.; FRANCE, J. The effect of energy supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. **Journal of Animal Science,** v. 79, p. 240–246, 2001.

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. (Occasional publication). In: CONFERENCE NAME, 1992, Aberdeen. **Anais...** [S.l]: Rowett Research Institute, 1992, 21 p.

COELHO, D. T.; ROCHA, J. A. A. **Práticas de processamento de produtos animais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1977. 79p.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change In Importance of Physical And Physiological Factors With Increasing Digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 47, n. 1, p. 54-62, 1964.

CORDEIRO, A. F. C.; PEREIRA, M. L. A.; MENDONÇA, S. S.; ALMEIDA, P. J. P.; AGUIAR, L. V.; FIGUEIREDO, M. P. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes e produção e composição do leite de vacas alimentadas com teores crescentes de proteína bruta na dieta contendo cana-de-açúcar e concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2118-2126, 2007.

CORREA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G.; RAMOS, M. H. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola,** v. 60, n. 4, p. 621-629, 2003.

COSTA, M. G.; CAMPOS, J. M. D.; VALADARES, S. D.; VALADARES, R. F. D.; MENDONCA, S. D.; SOUSA, D. D.; TEIXEIRA, M. D. Effects of feeding corn silage or different dietary ratios of sugarcane and concentrate on production of lactating dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2437-2445, 2005.

CUNNINGHAN, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1993. 454 p.

CUNNINGHAM, K. D.; CECAVA, M. J.; JOHNSON, T. R.; LUDDEN, P. A. Influence of source and amount of dietary protein on milk yield by cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 4, p. 620-630, 1996.

DEMARCCHI, J. O. Uso da cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DE PASTAGENS DA ESALQ, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001.

EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A. Body condition scoring chart for holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 1, p. 68-78, 1989.

ERWIN, E. S.; MARCO, G. J.; EMERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v. 44, n. 9, p. 1768-1771, 1961.

EZEQUIEL, J. M. B.; MATARAZZO, S. V.; SALMAN, A. K. D.; JUNIOR, A. P. M.; SOARES, W. V. B.; SEIXAS, J. R. C. Digestibilidade aparente da energia e da fibra de dietas para ovinos contendo ureia, amireia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 231-235, 2001.

EZEQUIEL, J. M. B.; QUEIROZ, M. A. A.; GALATI, R. L.; MENDES, A. R.; PEREIRA, E. M. D.; FATURI, C.; DO NASCIMENTO, V. F.; FEITOSA, J. V. Effects of sugar cane processing on digestibility, intake and rate of passage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1704-1710, 2005.

FERNANDES, A. M,; QUEIROZ, A. C.; J PEREIRA, J. C.; LANA, R. P,; PEREIRA, M. H.; FONSECA, B. D. M.; DETMANN, E.; CABRAL, L. S.; PEREIRA, E. S.; VITTORI, A. Composição Químico-Bromatológica de Variedades de Cana-de-Açúcar (*Saccharum spp* L.*)* com Diferentes Ciclos de Produção (Precoce e Intermediário) em Três Idades de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 977-985, 2003.

FOSS. Fossomatic™ FC: **Reference Manual**. Hilleroed. 2008a.

FOSS. Milkscan™ FT+: **Reference Manual**. Eden Prairie. 2008b.

GOMEZ-VAZQUEZ, A.; PINOS-RODRIGUEZ, J. M.; GARCIA-LOPEZ, J. C.; DE LA CRUZ-LAZARO, E.; LUNA-PALOMERA, C.; SANCHEZ-HERNANDEZ, R. Nutritional value of sugarcane silage enriched with corn grain, urea, and minerals as feed supplement on growth performance of beef steers grazing stargrass. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 1, p. 215-220, 2011.

GOODING, E. G. B. Effect of quality of cane on its value as livestock feed. **Tropical Animal Production**, v. 7, n. 1, p. 72-91, 1982.

HALL, M. B. Making nutritional sense of nonstructural carbohydrate. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 9., 1998, Gainsville, Fl. **Proceedings…** Gainsville: Florida University Press, 1998. p. 108-121.

HARVATINE, K. J.; ALLEN, M. S. Effects of fatty acid supplements on milk yield and energy balance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 3, p. 1081-1091, 2006.

HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 12, p. 3630-3644, 1991.

HUTSON, J. L.; PITT, R. E.; KOELSCH, R. K.; WAGNET, R. J. Improving dairy farm sustainability. II. Environmental losses and nutrient flows. **Journal Production Agriculture,** v. 11, p. 233–239, 1998.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. v. 1. São Paulo, 1985.

JONES-ENDSLEY, J. M.; CECAVA, M. J.; JOHNSON, T. R. Effects of dietary supplementation on nutrient digestion and the milk yield of intensively grazed lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 12, p. 3283-3292, 1997.

KALSCHEUR, K. F.; VANDERSALL, J. H.; ERDMAN, R. A.; KOHN, R. A.; RUSSEK-COHEN, E. Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid and late lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p. 545-554, 1999.

KITESSA, S.; FLINN, P. C.; IRISH, G. G. Comparison of methods used to predict the in vivo digestibility of feeds in ruminants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 5, p. 825-841, 1999.

KUNG, J. R. L.; STANLEY, R. W. Effects of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 4, p. 689-696, 1982.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; ROSSETO, R.; FIGUEIREDO, P. **A variedade IAC 86-2480 como nova opção de cana-deaçúcar para fins forrageiros: manejo da produção e uso na alimentação animal**. Campinas: IAC, 2002. 36p. (Boletim Técnico IAC 193 Série Tecnologia APTA).

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G. E. Nitrogen recycling in the ruminant. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. E223-E236, 2001.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Reserve Review**, v. 3, n. 3, p. 277-303, 1990.

LENG, R. A.; NOLAN, I.V. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 5, p. 1072-1089, 1984.

LENG, R. A.; PRESTON, T. R. Sugar cane for cattle production: present constraints, perspectives and research priorities. **Tropical Animal Production**, v. 1, p. 1-22, 1976.

LEONARDI, C.; STEVENSON, M.; ARMENTANO, L. E. Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, n. 86, p. 4033–4042, 2003.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. D.; CABRAL, L. D.; MELLO, R.; DE FREITAS, J. A.; TORRES, R. D.; VALADARES, S. D.; DE ASSIS, A. J. Effects of replacing corn silage with sugarcane on production and ruminal metabolism of lactating dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 591-599, 2006.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. D.; VALADARES, S. D.; TORRES, R. D.; NETO, J. M.; DE ASSIS, A. J. Sugar cane as a substitute for corn silage in diets for milking cows. performance and economical viability. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1292-1302, 2004.

McCARTHY JR, R. D.; KLUSMEYER, T. H.; VICINI, J. L.; CLARK, J. H.; NELSON, D. R. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 8, p. 2002-2016, 1989.

MERTENS, D. R. Comparing forage sources in dairy rations containing similar neutral detergent fiber concentrations. In: U. S. DAIRY FORAGE RESEARCH CENTER (Ed.) **Research summaries**. Wisconsin: USDA: ARS, 1996. p. 87-90.

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

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of animal function. **Journal of Animal Science**, v. 64, p. 1548 -1558, 1987.

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

MENDONÇA, S. D.; CAMPOS, J. M. D.; FILHO, S. D. V.; VALADARES, R. F. D.; SOARES, C. A.; LANA, R. D.; DE QUEIROZ, A. C.; DE ASSIS, A. J.; PEREIRA, M. L. A. Intake, apparent digestibility, milk production and composition and ruminal variables of dairy cows fed sugar cane based diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.

NAVES, J. R. **Utilização de fontes proteicas em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras.** 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2010.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger principles of biochemistry**. 3 ed. New York: Worth, 2000. p. 1152.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. A review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 2051-2069, 1988.

NOLAN, J. V. Nitrogen kinetics. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Ed.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press, 1993. p. 123-144.

NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, D.C.: National Academy Press 1985.

NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, D.C.: National Academy Press 1989.

NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington: National Academy Press, 2001, v.7.

NUSSIO, L. G. Milho e sorgo para a produção de silagem In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1993. p. 75-177.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. L. P.; PAZIANI, S. F. Volumosos suplementares: estrátegias de descisão e utilização. In: EVANGELISTA, A. R. (Ed.). **Forragicultura e pastagens:** temas em evidência. Lavras: UFLA, 2003. p. 193-232.

OLIVEIRA, M. D. S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1999. 128 p.

OLIVEIRA, J. C. M.; TIMM, L. C.; TOMINAGA, T. T.; CASSARO, F. A. M.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; DOURADO-NETO, D.; CAMARA, G. M. D. Soil temperature in a sugarcane crop as a function of the management system. **Plant and Soil**, v. 230, n. 1, p. 61-66, 2001.

OLMOS COLMENERO, J. J.; BRODERICK, G. A. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1704–1712, 2006a).

OLMOS COLMENERO, J. J.; G. A. BRODERICK, G. A. Effect of dietary crude protein concentration on ruminal nitrogen metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1694–1703, 2006b.

ORSKOV, E. P. **Protein nutrition in ruminants**. New York: Academic Press, 1982. 162 p.

ORTOLONI, E. L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. **Arquivos da Escola de Veterinária**, UFMG, v. 33, n. 2, p. 269-275, 1981.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; BARIONI JR., W. RODRIGUES, A. A.; LOURES, D. R. S.; CAMPOS, F.; RIBEIRO, J. L.; MARI, L. J.; ZOPOLLATTO, M.; JUNQUEIRA, M.; SCHMIDT, P.; PAZIANI, S. F.; HORII, J. Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 649-654, 2006.

PEDROSO, A. D.; NUSSIO, L. G.; RODRIGUES, A. D.; SANTOS, F. A. P.; MOURAO, G. B.; BARIONI, W. Performance of dairy cows fed rations produced with sugarcane silages treated with additives or fresh sugarcane. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1889-1893, 2010.

PEREIRA, E. S.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; VALADARES FILHO, S. C.; MIRANDA, L. F.; FERNANDES, A. M.; CABRAL, L. S. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação *in vitro* da cana-de-açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1887-1893, 2000.

PEREIRA, M. L. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CAMPOS, J. M. S.; LEÃO, M. I.; PEREIRA, C. A. R.; PINA, D. S.; MENDONÇA, S. S. Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição do leite em vacas no terço inicial da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 1029-1039, 2005.

PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; LOURES, E. G.; LEAO, M. I. Consumo e digestibilidade total e parcial dos nutrientes de dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*), sob diferentes formas, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 750-762, 1996a.

PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. Degradabilidade "in vivo" e "in situ" de nutrientes e eficiência de síntese de proteína microbiana, em bovinos, alimentados com cana-de-açúcar sob diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 763-777, 1996b.

PERES, J. R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras** Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001, p. 30-45.

PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CAMPOS, J. M.; DETMANN, E.; MARCONDES, M. I.; OLIVEIRA, A. S.; TEIXEIRA, R. M. A. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1543-1551, 2006b.

PIRES, A. V.; SUSIN, I. M.; SANTOS, F. A. P.; MENDES, C. Q.; OLIVEIRA, R. C.; FERNANDES, J. J. R.; SIMAS, J. M. C. Effect of starch sources and processing on performance and nitrogen metabolism in lactating Holstein cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1456-1462, 2008a.

PIRES, A. V.; SUSIN, I. M.; SIMAS, J. M. C.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; FERNANDES, J. J. R.; ARAUJO, R. C.; MENDES, C. Q. Substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar e caroço de algodão sobre o desempenho de vacas holandesas em lactação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 251-257, 2010.

PIRES, A. V.; SUSIN, I. N.; SIMAS, J. M. C.; SANTOS, F. A. P.; MENDES, C. Q.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; FERNANDES, J. J. R.; ARAUJO, R. C.; Substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar e caroço de algodão nos parâmetros ruminais, síntese de proteína microbiana e utilização dos nutrientes em vacas lactantes. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 50-58, 2008b.

PRESTON, T. R.; LENG, R. A. Sugar cane as cattle feed. Part I. Nutritional constraints and perspectives. **World Animal Review,** v. 27, p. 7-12, 1978.

PRESTON, T. R.; LENG, R. A. Supplementation of diets based on fibrous residues and byproducts. In: SUNDSTOL, F.; OWEN, E. **Straw and other fibrous by-products as feed:** developments in animal and veterinary sciences**.** Amsterdam: Elsevier, 1984. p. 373-413.

PRESTON, T. R.; LENG, R.A. Utilization of tropical feeds by ruminants. In: RUCKBRUSH, T.; THIVELAND, P. **Digestive phisiology and metabolism in ruminants**. Westport: AVI, 1980. p. 620-640.

PRESTON, T. R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 4, p. 877-884, 1982.

QUEIROZ, O. C. M.; NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J. L.; SANTOS, M. C.; ZOPOLLATTO, M. Sugar cane silage as compared to traditional supplemental sources of forage in the performance of high production cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 358-365, 2008.

REYNAL, S. M.; BRODERICK, G. A. Effect of dietary level of rumen-degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 11, p. 4045-4064, 2005.

RIUS , A. G.; McGILLIARD, M. L.; UMBERGER, C. A.; HANIGAN, M. D. Interactions of energy and predicted metabolizable protein in determining nitrogen efficiency in the lactating dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 93 p. 2034–2043, 2010.

ROBINSON, P. H.; McQUEEN, R. E.; BURGESS, P. L. Influence of rumen undegradable protein levels on feed intake and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 1623–1631, 1991.

ROTZ, C. A.; SATTER, L. D.; MERTENS, D. R.; MUCK, R. E. Feeding strategy, nitrogen cycling, and profitability of dairy farms. **Journal of Dairy Science,** v. 82 p. 2841–2855, 1999.

RUSSELL, J. B.; OCONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VANSOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets .1. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SANNES, R. A.; MESSMAN, M. A.; VAGNONI, D. B. Form of rumen-degradable carbohydrate and nitrogen on microbial protein synthesis and protein efficiency of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 900–908, 2002.

SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In. **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. p. 538-601.

SANTOS, F. A. P.; SANTOS, J. E. P.; THEURER, C. B.; HUBER, J. T. Effects of rumen undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 12, p. 3182-3213, 1998.

SATTER, L. D., SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal Nutrition**, v. 32, p. 199-208, 1974.

SCHEPERS, A. J.; LAM, T. J. G. M.; SCHUKKEN, Y. H.; WILMINK, J. B. M.; HANEKAMP, W. J. A. Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 8, p. 1833−1840, 1997.

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

SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, G. A.; OLIVEIRA, A. S. Uréia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1639-1649, 2001.

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

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science,** v. 75, p. 2463-2472, 1992.

SMITH, K. A.; FROST, J. P. Nitrogen excretion by farm livestock with respect to land spreading requirements and controlling nitrogen losses to ground and surface waters: part 1: cattle and sheep. **Livestock Production Science**, v. 71, n. 2, p. 173-181, 2000.

SMITS, M. C. J.; VALK, H.; ELZING, A.; KEEN, A. Effect of protein nutrition on ammonia from a cubicle house for dairy cattle. **Livestock Production Science**, v. 44, n. 1, p. 47-156, 1995.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A. Net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562- 3577, 1992**.**

SOUSA, D. P.; CAMPOS, J. M. D.; VALADARES, S. D.; VALADARES, R. F. D.; SEDIYAMA, C. A. Z.; CRUZ, J. C. C. Parâmetros fermentativos, produção de proteína microbiana, concentrações 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.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes - Fisiologia Dos Animais Domésticos**. 12ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A, 2006. 926 p.

TAMMINGA, S. Nitrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. **Journal of dairy Science**, v. 75, n. 2, p. 345-357, 1992.

ÚNICA. **Cana-de-açúcar processada pelas usinas brasileiras** – estimativas para safra 2008/2009. Disponível em: <http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>. Acesso em: 11 abril 2011.

VALADARES FILHO, S. C.; BRODERICK, G. A.; VALADARES, R. F. D.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 106-114, 2000.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JR.; V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. **CQBAL 2.0.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 297.

VALVASORI, E.; LUCCI, C. S. L.; ARCARO, J. R. P. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinarian Research in Animal Science**, v. 32, n. 4, p. 224-228, 1995.

VAN SOEST, P. J. Limiting factors in plant residues of low biodigestibility. **Agriculture Environment**, v. 6, p. 135-143, 1982.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of forrages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202 p.

VAN SOEST, P. J.; MASON, V. C. The influence of Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 32, n. 1, p. 45-53, 1991.

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

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. The determination of lignin and cellulose in adid-detergent fiber with permanganate. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 51, p .785-785, 1967.

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

VILELA, M. S.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; SANTOS, M. V. F.; FARIAS, I.; MELO, A. A. S.; RAMALHO, R. P.; ARAÚJO, P. R., B. Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 768-777, 2003.

VIRTANEN, A. I. Milk production of cows on protein-freee feeds. **Science**, v. 153, p. 1603-1610, 1966.

WALLI, T. K.; MUDGAL, V. D. Nitrogen and sulphur balance studies in cattle and bufalloes fed urea-based diet with or without sulphur supplementation. **Indian Journal of Animal Science**, v. 52, n. 11, p. 1019-1023, 1981.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, N. R. S. T. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technology**, v. 39, p. 95-110, 1992.