

MARINA ELENA DINIZ AMARAL MIGLIANO

**Farelo de algodão e grão de soja integral em dietas com de cana-de-açúcar para vacas
leiteiras: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite**



Pirassununga

2013

MARINA ELENA DINIZ AMARAL MIGLIANO

**Farelo de algodão e grão de soja integral em dietas com de cana-de-açúcar para vacas
leiteiras: consumo, digestibilidade, 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 Conhecimento:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Marcos Veiga dos Santos

Pirassununga

2013

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.2797
FMVZ

Migliano, Marina Elena Diniz Amaral

Farelo de algodão e grão de soja cru integral em dietas com cana-de-açúcar para vacas leiteiras: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite / Marina Elena Diniz Amaral Migliano. -- 2013.

60 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2013.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Veiga dos Santos.

1. Valor nutricional. 2. Produção e composição do leite. 3. Fontes proteicas. 4. Digestibilidade. 5. Vacas leiteiras. I. Título.

ERRATA

MIGLIANO, M. E. D. A. **Farelo de algodão e grão de soja integral em dietas com de cana-deaçúcar para vacas leiteiras: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite.** 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

Página	Linha	Onde se lê	Leia-se
Ficha catalográfica	2ª	Farelo de algodão e grão de soja cru integral	Farelo de algodão e grão de soja integral
Abstract	2ª	Uso de farelo de algodão e grão	Farelo de algodão e grão



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
SR. 20/3/09

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: MIGLIANO, Marina Elena Diniz Amaral Título: **Farelo de algodão e grão de soja integral em dietas com de cana-de-açúcar para vacas leiteiras:** consumo, digestibilidade, 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: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

À minha família, como honra a credibilidade em mim depositada.

Ao meu namorado, como prova de amor e cumplicidade.

*Ao meu tio Otavio Bernardes, por seus ensinamentos memoráveis e por sempre me
encorajar a ir até o fim.*

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por ter me dado saúde, força e sabedoria em todas as etapas da minha vida;

Ao Prof. Dr. Marcos Veiga dos Santos pela orientação, confiança e todo o apoio oferecido;

Ao Prof. Dr. Francisco Palma Rennó por compartilhar seus conhecimentos, e por estar sempre disposto a esclarecer minhas dúvidas com atenção e paciência;

Aos demais professores do Departamento de Nutrição e Produção Animal que contribuíram para minha formação profissional através de seus conhecimentos, apoio e amizade;

Às minhas 12 vacas, porque sem elas nada teria sido feito;

Ao meu pai Cyro, minha mãe Vânia, minha irmã Fernanda, meu cunhado Guilherme e minha cachorra Espiga por me reerguerem nos momentos mais difíceis;

Ao meu avô Danilo Migliano, minhas avós Alba e Gloria, aos meus tios, tias e primos, muito obrigada pelo apoio.

Ao meu namorado, Vinicius “Jurema” pela paciência, sabedoria e companheirismo em tempo integral;

Ao meu amigo e irmão por opção, Tiago Tomazi. Agradeço pelo apoio, pela ajuda na coleta de dados e principalmente pela grande amizade que resultou em momentos de alegria e descontração;

Ao Elmeson (Mineiro), Marcos A. Arcari e José Esler, presentes em todas as etapas deste trabalho;

A duas amigas especiais, Maria Fernanda e Camila Silano pelo apoio nos momentos críticos e felizes;

Aos meus estagiários Beryk, João Forte e William que contribuíram ativamente pela realização do experimento. Obrigada pela paciência.

A todos os meus amigos do Laboratório Qualileite: Cris, Juliana, Julianne, Aline, Susana, Cristian, Luiz Henrique, Nara, Bruno Botaro, Juliano, Alessandra, Zeca e Lucinéia. Muito obrigada por estarem ao meu lado em todos os momentos.

Aos amigos da pós-graduação pela amizade, ensinamentos, apoio e muita força para continuar;

Aos funcionários da Secretaria do VNP, Alessandra, João Paulo e Fabia pelo apoio e atenção.

Ao Sr. Ari, Simi Luiza, Gilson, Ana Flávia, Flávio Perna e Renatinha, funcionários do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP, pela amizade, atenção, alegria e colaboração na realização das análises laboratoriais;

Aos funcionários do Setor de Bovinocultura de Leite da Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga: Sr “Coelho”, Sr. “Bala”, João Paulo, Schmidt, José Antônio da Costa, José Antônio da Silva, “Tadeuzinho”, Valmir e Sr. “Gigi”, obrigado pela ajuda e atenção dispensada.

Aos funcionários da Fabrica de Ração da PCAPS, Srs. “Claudinho”, Romão, Israel e José Luiz, agradeço a atenção.

Muito obrigada, sem vocês nada teria se realizado!

"Nós seres humanos, estamos na natureza para auxiliar o progresso dos animais, na mesma proporção que os anjos estão para nos auxiliar. Portanto quem chuta ou maltrata um animal é alguém que não aprendeu a amar."

Chico Xavier

RESUMO

MIGLIANO, M. E. D. A. **Farelo de algodão e grão de soja integral em dietas com de cana-de-açúcar para vacas leiteiras:** consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. [Cottonseed meal and whole soybean seed in diets with sugar cane for dairy cows: intake, digestibility, milk yield and composition]. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de dois teores de proteína bruta (PB) e duas fontes nitrogenadas principais na dieta de vacas leiteiras, utilizando cana-de-açúcar como volumoso, sobre o consumo, a digestibilidade aparente, produção e a composição do leite. Foram utilizadas 12 vacas Holandesas em estágio intermediário de lactação, agrupadas em três quadrados latinos 4x4 contemporâneos, com período experimental de 21 dias, sendo 14 para adaptação às dietas e os sete últimos para coletas. As vacas foram alojadas em baias individuais e alimentadas “*ad libitum*” com 4 dietas com duas fontes nitrogenadas principais (farelo de algodão 38 e grão de soja cru integral) e dois teores de PB (130g e 148g/Kg de MS) na dieta. As amostras de leite para análise da composição foram coletadas do 14º ao 17º dia de cada período. A digestibilidade foi determinada por meio de indicador interno FDAi. O consumo de FDN e EE foi maior para vacas alimentadas com grão de soja que para as vacas alimentadas com farelo e algodão. O consumo de extrato etéreo (EE) foi maior para vacas alimentadas com dietas com 148g PB/Kg de MS. Por outro lado, vacas alimentadas com dietas contendo farelo de algodão, apresentaram maior consumo de matéria orgânica do que para vacas alimentadas com grão de soja. Houve interação entre fonte nitrogenada e teor de PB da dieta sobre CMS, que foi maior para vacas alimentadas com grão de soja e menor quantidade de nitrogênio na dieta, em contrapartida, o consumo de MS foi maior para vacas alimentadas com farelo de algodão e maior concentração de nitrogênio na dieta. A digestibilidade aparente da MS, MO e PB não diferiram entre os tratamentos. Vacas alimentadas com dietas contendo farelo de algodão apresentaram menor digestibilidade de FDN, EE e NDT que as vacas alimentadas com grão de soja. Vacas alimentadas com dietas contendo farelo de algodão apresentam maiores concentrações de PB e caseína no leite que as vacas alimentadas com grão de soja. Houve interação da fonte nitrogenada com o teor de PB da dieta sobre a produção de nitrogênio ureico de leite, sendo que, a produção foi maior para vacas alimentadas com farelo de algodão em dietas com alta concentração de PB. Conclui-se que a utilização de concentrações de proteína de 130g/Kg na MS não altera o desempenho produtivo e de composição do leite de vacas leiteiras em comparação com teores de 148g/Kg de PB na MS, além da menor excreção de nitrogênio no ambiente.

Palavras-chave: Valor nutricional. Produção e composição do leite. Fontes proteicas. Digestibilidade. Vacas leiteiras.

ABSTRACT

MIGLIANO, M. E. D. A. **Cottonseed meal and whole soybean seed in diets with sugar cane for dairy cows:** intake, digestibility, milk yield and composition. [Uso de farelo de algodão e grão de soja integral em dietas com de cana-de-açúcar para vacas leiteiras: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite]. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

The objective of this study was to evaluate the effect of two crude protein (CP) levels and two nitrogen sources in the diets of dairy cows with sugar cane as forage on feed intake, total apparent digestibility, and milk yield and composition. Twelve Holstein cows in intermediate stage of lactation (160 days) were distributed into three contemporary 4x4 Latin squares, with experimental period of 21 days, 14 days for diet adaptation and the remaining seven for sampling. The cows were housed in individual pens and fed "ad libitum" with 4 diets containing two nitrogen sources (cottonseed meal 38% and whole soybean seed) and two levels of CP (130 and 148 g/Kg DM). Milk samples for compositional analysis were collected on the 14th to 17th day of each period. Apparent digestibility was determined by means of an internal indicator (ADFi). Cows fed diets with whole soybean seed had higher intake of NDF and EE and differed from the cows fed diets with cottonseed meal, where greater consumption of OM were observed. The EE intake was higher for the cows fed diets with 148 g CP/Kg DM. Interaction between nitrogen source and diet crude protein content were observed on the DMI. The intake and apparent digestibility of DM, OM and CP did not differ between treatments. Cows fed diets containing cottonseed meal had lower digestibility of NDF, EE and TDN than cows fed diets with whole soybeans seed. Cows fed diets with cottonseed meal have higher concentrations of crude protein and casein in the milk. Interaction between the nitrogen source and the diet CP content on the milk urea nitrogen excretion was observed, however, the milk urea nitrogen excretion was higher for cows fed diets with cottonseed meal and higher concentrations of PB. In conclusion the use of low concentrations of protein (130g/Kg in MS) does not affect the performance of dairy cows and provides lower excretion of nitrogen in the environment.

Keywords: Nutritional value. Milk yield and composition. Protein sources. Digestibility.
Dairy cows.

LISTA DE ABREVIACÃO E SIGLAS

AA	Aminoácidos
AAE	Aminoácidos essenciais
AANE	Aminoácidos não essenciais
ATP	Adenosina trifosfato
BN	Balanço de Nitrogênio
CD	Coefficiente de Digestibilidade
CMS	Consumo de Matéria Seca
CHOT	Carboidratos Totais
CHO	Carboidratos
CNF	Carboidrato não Fibroso
DEL	Dias em Lactação
ECC	Escore de Condição Corporal
EE	Extrato Etéreo
EM	Energia Metabolizável
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDAi	Fibra indigestível em detergente ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FS	Farelo de Soja
GS	Grão de Soja
H	Hidrogênio
Ha	Hectare
JDS	Journal of Dairy Science
MM	Matéria Mineral
Mg	Magnésio
MN	Matéria Natural
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
NA	Sódio
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NIDA	Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido

NIDN	Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro
NNP	Nitrogênio Não Proteico
NH3	Amônia
NH4	Amônio
N-NH3	Nitrogênio Amoniacal
NUL	Nitrogênio Ureico no Leite
PB	Proteína Bruta
PDR	Proteína Degradável no Rúmen
pH	Potencial Hidrogeniônico
PL	Produção de leite
PM	Proteína metabolizável
PLC	Produção de Leite Corrigida
PNDR	Proteína Não Degradável no Rúmen
PV	Peso Vivo
RBZ	Revista Brasileira de Zootecnia
SA	Sulfato de Amônio
U	Ureia
V:C	Volumoso:Concentrado

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Proporção dos ingredientes do concentrado, expressos na matéria seca (g/Kg de PB), de acordo com a fonte nitrogenada principal e dois teores de PB	29
Tabela 2 –	Composição bromatológica dos ingredientes da dieta, expressos em g/Kg da matéria natural	30
Tabela 3 –	Composição química e bromatológica das dietas expressas em g/Kg de PB na MS, de acordo com a fonte nitrogenada principal e dois teores de PB	31
Tabela 4 –	Médias ajustadas para consumo de matéria seca e nutrientes em função das dietas	37
Tabela 5 –	Médias ajustadas para coeficiente de digestibilidade da matéria seca e nutrientes em função das dietas.....	38
Tabela 6 –	Médias ajustadas para efeito do teor de proteína bruta e das fontes nitrogenadas (GS e FA) das dietas sobre a produção e composição do leite.....	39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Interação entre a fonte nitrogenada e o teor de PB da dieta sobre o consumo de MS, expresso em Kg/dia.....42
- Figura 2 – Interação entre a fonte nitrogenada e o teor de PB da dieta sobre NU do leite, expresso em mg/dL.....44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	Cana-de-açúcar	19
3.2	Farelo de algodão 38%	21
3.3	Grão de soja cru integral	23
3.4	Fontes proteicas para vacas leiteiras	25
3.5	Consumo e digestibilidade aparente de da matéria seca	26
3.6	Produção e composição do leite	29
4	MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1	Local, instalações e animais	32
4.2	Dietas	32
4.3	Análises de alimentos e consumo	36
4.4	Digestibilidade aparente total	37
4.5	Coletas de amostras de leite e análise	37
4.6	Avaliação do escore de condição corporal e peso corporal	38
4.7	Delineamento experimental e Análises estatísticas	38
5	RESULTADOS	40
5.1	Consumo da matéria seca e nutrientes	40
5.2	Digestibilidade da matéria seca e nutrientes	41
5.3	Produção e composição do leite	42
6	DISCUSSÃO	44
6.1	Consumo da matéria seca e nutrientes	44
6.2	Digestibilidade da matéria seca e nutrientes	47
6.3	Produção e composição do leite	48
7	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A alimentação do rebanho leiteiro é o componente que tem maior participação nos custos em sistemas de produção de leite. Os suplementos proteicos podem representar até 50% do custo do concentrado (IMAIZUMI, 2005). Deste modo, aumentar da produção de leite sem elevar os custos é um dos principais objetivos de produtores e nutricionistas. Neste contexto, encontrar opções para nutrição proteica é importante para que os animais expressem seu potencial genético, aumentando a resposta produtiva com a máxima utilização de cada nutriente sem elevar os custos de produção (LANA, 2007).

Estimativas de digestibilidade e consumo são necessários para promover o uso eficiente dos nutrientes (NRC, 2001). O consumo de matéria seca (CMS) é a variável primordial para prever uma produção adequadamente, e o principal determinante da quantidade de nutrientes requeridos para o atendimento das exigências de manutenção e produção animal (PINA et al., 2006a). A digestibilidade dos nutrientes está relacionada ao aproveitamento do conteúdo energético e proteico dos alimentos e é um dos componentes básicos na determinação da produção de leite (KITESSA; FLINN; IRISH, 1999; BRODERICK, 2003).

Para aumentar a produtividade animal, o uso eficiente da proteína bruta (PB) e energia dietética são primordiais (LEONARDI; STEVENSON; ARMENTANO, 2003). As disponibilidades de energia e proteína para os ruminantes são os fatores que limitam o crescimento microbiano no rúmen e a alteração da relação volumoso:concentrado na dieta pode influir na taxa deste crescimento, em razão da variação na disponibilidade de energia e proteína (RENNÓ et al., 2000 falta referência). O monitoramento da eficiência do uso da PB dietética consumida pode ser realizada por meio de análises dos teores de nitrogênio ureico no leite (NUL). O aumento da eficiência de uso da PB, significa redução de custos com alimento por unidade de proteína secretada no leite, o que se resulta em estratégia eficaz para reduzir as perdas de nitrogênio no ambiente (BRODERICK; CLAYTON, 1997). Rennó et al. (2008) destacaram que a eficiência econômica é influenciada pelas quantidades e custos dos nutrientes utilizados dentro de um cenário específico de produção, e não somente ao nível de produção de leite.

A proteína é um nutriente limitante em dietas para ruminantes e um dos ingredientes mais dispendiosos devido ao seu alto requerimento e elevado custo em relação aos demais ingredientes. Deste modo, o uso de fontes proteicas alternativas pode otimizar os resultados produtivos pela melhor eficiência no uso dos nutrientes e conseqüentemente pela redução nos custos de produção, o que proporciona melhor adequação de nutrientes disponíveis às necessidades metabólicas do animal (PINA et al., 2006b).

O farelo de algodão pode ser utilizado para substituir o farelo de soja, embora apresente menores teores de energia e proteína, é caracterizado pelo seu maior teor de proteína não-degradável (PNDR) no rúmen (NRC, 2001). A avaliação do farelo de algodão, obtido por extrusão do caroço de algodão durante o processo de extração do óleo se torna conveniente, pois são escassos os estudos sobre sua utilização em dietas para vacas em lactação.

O grão de soja cru integral é utilizado em dietas de vacas leiteiras pela alta disponibilidade, custo viável e por não necessitar de qualquer tipo de processamento. O grão de soja cru integral apresenta composição de aproximadamente 39,0% de proteína bruta (PB) (VALADARES FILHO; MAGALHÃES; ROCHA JÚNIOR, 2006). Assim, o grão de soja pode ser utilizado na alimentação de ruminantes com o propósito de atuar como fonte de proteína, especialmente pela alta concentração de proteína e seu adequado valor biológico.

A cana-de-açúcar como volumoso da dieta, atrai a atenção dos nutricionistas e produtores principalmente em virtude de menores custos de produção (GALAN; NUSSIO, 2000). Porém, existem limitações por sua baixa quantidade de PB e limitação de consumo desta forrageira devido a baixa digestibilidade da FDN, restringindo o consumo em consequência do acúmulo de fibra indigestível no rúmen (MAGALHÃES et al., 2004). O baixo teor proteico da cana-de-açúcar exige fonte suplementar de proteína na dieta, mesmo quando a esta é adicionada ureia. Com esta finalidade, os concentrados proteicos são empregados para suplementação deste tipo de dietas para vacas em lactação. A cana-de-açúcar deve ser usada na relação volumoso:concentrado de 40:60 a 45:55 para garantir produções de 18 a 24 kg de leite por dia, sem que ocorra redução no desempenho (RODRIGUES, 1999).

No âmbito da pesquisa busca-se melhorar a eficiência dos ingredientes utilizados na alimentação animal. Aprimorar o uso das fontes proteicas por meio de busca por fontes alternativas e redução dos teores destas na dieta se revela uma importante ferramenta para otimizar os resultados da atividade leiteira. Outro aspecto patente que pode ser alcançado por meio de melhoria na eficiência do uso das fontes proteica é a diminuição do impacto ambiental gerado pela excreção de compostos nitrogenados, liberados pelas excretas dos animais. Desta forma, o presente estudo avaliou o uso de fontes proteicas como o farelo de algodão e grão de soja crua integral em teores reduzidos, visando à redução de custos e perdas de nitrogênio, associado à cana-de-açúcar como volumoso.

2 OBJETIVOS

O presente estudo objetivou avaliar o efeito de dois teores de PB (130g vs. 148g /Kg de MS) e duas fontes nitrogenadas principais (farelo de algodão 38 e grão de soja cru integral) na dieta de vacas leiteiras em período intermediário de lactação sobre o consumo, digestibilidade, produção e composição do leite.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cana-de-açúcar

Um dos principais limitantes dos sistemas de produção de leite no Brasil é a estacionalidade de produção das pastagens. O planejamento da produção e a utilização dos recursos forrageiros para a alimentação de vacas leiteiras durante a estação seca são fundamentais para garantir níveis de produção de leite satisfatórios e capazes de promover o retorno econômico para as propriedades leiteiras (SANTOS et al., 2001).

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é considerada uma ótima opção como fonte de volumoso para vacas leiteiras de baixas e médias produções (CORREA et al., 2003). A cana-de-açúcar apresenta elevado potencial de produção de MS e baixo custo por unidade de MS produzida comparativamente com outros alimentos volumosos. Esta forrageira atinge ponto ideal de colheita coincidente com o período de escassez de forragens das pastagens, mantém seu valor nutritivo por longos períodos e apresenta taxa de risco menor que outras culturas. Dificilmente ocorrem perdas totais das culturas de cana-de-açúcar, com exceção de queimadas e geadas (OLIVEIRA, 1999). Mesmo no caso de queimadas ou geadas, o material pode ser ensilado, mantendo parcialmente o valor nutritivo com o uso de aditivos (NUSSIO; SCHIMIDT, 2005).

A cana-de-açúcar é um volumoso energético que possui alta produção por unidade de área e disponibilidade durante todo o ano. O fato de manter o valor nutritivo durante todo o seu ciclo pode torná-la uma boa opção para alimentação do gado leiteiro, especialmente durante os períodos de seca. No entanto, as suas limitações nutricionais devem ser consideradas. Os baixos teores de proteína, baixo teor de lipídeos e minerais, especialmente para o fósforo, baixa digestibilidade da fibra, ausência de amido e a presença de carboidratos de rápida fermentação levam ao menor CMS, o que exige consideração especial na formulação das dietas (EZEQUIEL et al., 2005).

Com o avanço do amadurecimento da cana-de-açúcar ocorrem decréscimos de teores de proteína bruta (PB) e energia, compostos nitrogenados, menor digestibilidade dos componentes da parede celular da fibra, aumento de teores de MS e do conteúdo celular. O aumento do teor de conteúdo celular normalmente compensa a diminuição da digestibilidade da fibra, de maneira que a digestibilidade da matéria orgânica tende a aumentar. Os aumentos dos teores de conteúdo celular e de extrativo não-nitrogenado ocorrem devido ao aumento da concentração de sacarose à medida que a planta vai atingindo a maturidade (MENDONÇA et al., 2004a).

Por estes fatores descritos, o uso de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo é inviável para a alimentação de ruminantes, uma vez que a redução de consumo de cana-de-açúcar diminui a eficiência alimentar, reduz os coeficientes de digestibilidade da parede celular e da proteína bruta, e conseqüentemente, diminui a produção de leite (VALADARES FILHO, 2002). Devido a diminuição da eficiência alimentar, as vacas apresentaram redução da síntese microbiana no rúmen e maior concentração de nitrogênio ureico no leite e plasma (MENDONÇA et al., 2004a ou b; COSTA., 2008; SOUSA et al., 2009).

No entanto, apesar das limitações nutricionais, Magalhães et al. (2006) ao utilizarem quatro níveis de substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar (0%, 33,33%, 66,66% e 100%), relataram uma diminuição da produção de leite e da produção de leite corrigida para 3,5%, mas sem alteração da composição do leite. Mesmo assim, a utilização da cana-de-açúcar foi viável economicamente até o nível de substituição de 33,33%.

A associação de cana-de-açúcar com farelo de algodão (15% da MS) e com farelo de arroz (15%) foram estudados por Aroeira et al. (1993), que obtiveram digestibilidade da cana-de-açúcar em 66,7% e 62,7%, respectivamente. Os autores sugerem que essa diferença de 4% na digestibilidade se deve à maior quantidade da proteína do farelo de algodão (75,2%).

A utilização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos é limitada devido à necessidade de suplementação com concentrados. A cana, suplementada apenas com uréia e minerais, proporciona nutrientes adequados para manutenção e/ou baixos desempenhos (TEDESCHI, 1993 falta referência). Lima e Mattos (1993) sugerem que apesar da mistura uréia-sulfato de amônio ser a forma mais adequada para aumentar o teor de nitrogênio de dietas com cana-de-açúcar, essa suplementação, não garante níveis satisfatórios de desempenho para animais em crescimento e vacas leiteiras no início da lactação. A utilização exclusiva de uréia nos suplementos proteicos apresenta resultados inferiores aos obtidos com o uso associado de fontes de nitrogênio não proteico como a uréia e fontes de proteína verdadeira, como o farelo de soja ou o farelo de algodão (FIGUEIRA et al., 1993).

Quando dietas com cana-de-açúcar corrigidas com 1% de uréia ou da mistura uréia e sulfato de amônia (9:1) são avaliadas pelo programa do NRC (2001), há indicação de excesso de PDR e deficiência de PM para vacas com produções diárias superiores de 10 kg de leite. De acordo com o NRC (2001), o excesso de N reduz a produção de leite, a demanda energética para a excreção do excesso de amônia aumenta e pode haver prejuízos de desempenho reprodutivo e contaminação ambiental (MEYER et al., 2006).

3.2 Farelo de algodão 38%

A alta de preços dos farelos proteinados, em especial o farelo de soja, tem levado os técnicos e produtores a procurarem alternativas para sua substituição. O caroço de algodão é utilizado como fonte de nitrogênio, fibra e energia para vacas leiteiras. Após a retirada do óleo do caroço, obtém-se como subproduto o farelo de algodão. Para obter o farelo, a maior parte do óleo é extraída e, em alguns casos, o línter é totalmente ou parcialmente retirado, obtendo-se um ingrediente com menos gordura e teor fibroso (FDA) (NOFTSGER et al., 2000).

O farelo de algodão (FA), quando comparado à sua matéria-prima (caroço), apresenta menores teores de óleo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), porém maior conteúdo proteico, podendo este ser duas vezes o valor apresentado pelo caroço. O farelo de algodão possui em média de 38 a 45% de proteína bruta, boa palatabilidade, e pode substituir totalmente o farelo soja em dietas para ruminantes. O elevado teor de fibra e a presença do gossipol, encontrado nas glândulas de óleo do caroço, são os principais fatores limitantes quanto à utilização desse ingrediente nas dietas de ruminantes. Entretanto, na maioria dos farelos, o conteúdo de gossipol total está em torno de 1% sendo, e somente 0,1% está na forma livre (PRIETO et al., 2003).

É possível encontrar FA com teor de proteína bruta variando de 28 a 43%, sendo esta variação em função da quantidade de cascas adicionada (CARVALHO, 2008). Para manter um bom valor nutritivo dos farelos comercializados no país, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (1988) determina que o teor de fibra bruta (FB) desses não ultrapasse o nível máximo de 25%, limitando, a inclusão de cascas. O NRC (2001) estabelece valores de PNDR de 35% para farelo de soja e 48% para farelo de algodão, para vacas consumindo 4% do peso vivo em MS. O farelo de algodão possui teores de PB menores que o farelo de soja e teores mais elevados de fibra. A proteína do farelo de algodão apresenta perfil de aminoácidos com menores concentrações de lisina e metionina que o farelo de soja (BLACKWELDER; HOPKINS; DIAZ, 1998).

Apesar do elevado teor de fibra bruta, o farelo de algodão (FA) é classificado como alimento concentrado, sendo utilizado como fonte proteica. Durante o processo de extração do óleo, o caroço é exposto ao calor, desnaturando proteínas e, conseqüentemente bloqueando as enzimas proteolíticas microbianas, permitindo que maior quantidade de proteína chegue ao duodeno (IMAIZUMI, 2005).

Uma das principais preocupações quando se utiliza o caroço de algodão ou seus derivados é quanto à presença de um fator anti-nutricional denominado gossipol e sua capacidade de levar à intoxicação, quando ingerido em altas doses (PRIETO et al., 2003). O gossipol é um aldeído polifenólico encontrado no algodão, tóxico para monogástricos, porém de menor risco para ruminantes, podendo estar presente tanto na forma livre quanto ligado a outros componentes (MENA et al., 2001). A forma livre do gossipol é predominante no caroço de algodão intacto, entretanto, quando o material sofre processamento, para se obter o farelo de algodão, o gossipol presente se liga às proteínas e é considerado menos tóxico, uma vez que sua absorção no trato digestivo é diminuída (MENA et al., 2001).

Moreira et al. (2003) avaliaram a degradação da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) de diferentes concentrados proteicos no rúmen de bovinos alimentados com feno de capim-braquiária e concentrado, numa proporção de 60:40. O farelo de algodão apresentou alta degradação potencial da PB, apresentando-o como boa fonte de nitrogênio para microbiota ruminal. Quando comparado ao farelo de soja, o FA apresentou valores de degradabilidade da PB inferiores nos diversos tempos, com isso o farelo de algodão teve relativamente maior potencial de suprir a proteína pós-ruminal, caso fossem consideradas as mesmas taxas de passagem.

O FA apresenta um perfil de aminoácidos inferior ao do farelo de soja, com menor concentração de lisina e metionina em relação ao total de aminoácidos essenciais inferior ao recomendado por Pina (2005), que seria de 5 %. Segundo o NRC (2001), a lisina e a metionina são consideradas como os principais aminoácidos limitantes para produção de proteína do leite.

Santos et al. (2007) avaliaram duas fontes nitrogenadas principais (farelo de soja e farelo de algodão) e dois teores de PB com volumoso à base de silagem de milho na dieta de novilhas leiteiras. Os autores encontraram consumo de matéria seca e o ganho de peso semelhante quando se isolou o efeito da fonte proteica, demonstrando que tanto o farelo de soja quanto o farelo de algodão se mostraram adequados para a recria de fêmeas leiteiras.

3.3 Grão de soja cru integral

Entre as diferentes fontes de proteína disponíveis para serem utilizadas na alimentação de vacas leiteiras, o grão de soja se destaca pela grande disponibilidade no mercado. A substituição do farelo de soja pelo grão cru e integral pode oferecer vantagem econômica em relação aos suplementos formulados, uma vez que o grão não precisa passar pelos processos de extração de óleo, aquecimento e moagem do grão, reduzindo seu valor de mercado (ALBRO; WEBER; DELCURTO, 1993). Rennó et al. (2008) avaliaram a viabilidade econômica do grão de soja utilizado em sistemas de produção de vacas leiteiras. O GS é de 10% a 15% mais barato que o farelo de soja, uma vez que o farelo é coproduto da extração do óleo de soja, desta forma, o GS, como produto principal é mais barato que o farelo de soja, seu coproduto.

A utilização do grão de soja nas dietas de vacas leiteiras é feita principalmente durante a lactação por aumentar a densidade energética da dieta sem reduzir o conteúdo de fibras. A utilização de grão de soja assim como o farelo de algodão, na alimentação de vacas leiteiras tem por objetivo fornecer maior quantidade de PNDR (VASCONCELOS et al., 2010). Por apresentar composição de aproximadamente 38% de proteína bruta, 18% de extrato etéreo e 95% de NDT, o grão de soja é utilizado na alimentação como fonte proteica e energética (NRC, 2001). Os alimentos de maior degradação no rúmen propiciam os menores teores de digestibilidade da PNDR. O grão de soja cru, moído entre 1,5 e 2,5mm, apresenta valores de PNDR digestível entre 22 e 24g/kg de MS (BRANCO et al., 2006). Os valores de digestibilidade intestinal da PNDR variam conforme o teor de proteína da soja, o método de processamento e o tamanho de partícula.

Os ruminantes apresentam baixa tolerância a dietas com teores de EE acima de 7%, o que reduzir o consumo, a digestibilidade e produção de leite (SANTOS; AMSTALDEN, 1998). Alguns estudos descrevem redução do CMS de acordo com o aumento da inclusão de sementes oleaginosas na dieta de vacas em lactação (COPPOCK et al., 1985, CHIK; BEED; WILCOX, 1986). Os mecanismos responsáveis pela redução no CMS estão associados com alterações na fermentação ruminal, inibição da atividade microbiana ruminal, além disso, os ácidos graxos de cadeia longa tem efeito inibitório no intestino delgado, o que reduz a motilidade ruminal das vacas leiteiras (MOHAMED et al., 1988).

Como a soja possui 10% mais energia líquida por quilo de matéria seca que o farelo (NRC, 1989) e é cultivada em quase todas as regiões do território nacional, a substituição do

farelo de soja pelo grão de soja pode ser vantajosa, desde que não haja diminuição na produção de leite. O fornecimento do grão de soja cru pode elevar a produção total de leite e o teor de gordura. O grão é rico em lipídios que, adicionados à dieta, causam aumento da energia líquida consumida, o que resulta em aumento na produção de leite, uma vez que o aumento da energia consumida pela dieta permite melhorar a eficiência de produção (DE PETERS; CANT, 1992). As recomendações da literatura sobre as quantidades de grão de soja cru, moída, na dieta para vacas lactantes são variáveis, podendo variar de 1,8 a 2,5 kg/ dia (PALMQUIST; JENKINS, 1980). No entanto, Deresz et al. (1996) afirmaram que até 5,1 kg/vaca/dia, divididos em três fornecimentos, não afetaram a produção nem a composição do leite. Outra recomendação foi que o concentrado poderia conter de 20 a 50% de grão de soja cru (CAMPOS et al., 1995).

Com objetivo de avaliar o consumo de nutrientes e o coeficiente de digestibilidade em vacas lactantes alimentadas com grão de soja moído, Pereira et al. (1997) avaliaram dois tratamentos, 0 e 30% de grão de soja moído no concentrado, e silagem de milho oferecida à vontade. Os autores observaram redução de consumo para o tratamento com 30% de grão de soja moído no concentrado, e não houve diferença para digestibilidade aparente dos nutrientes. Os autores verificaram também a redução de 24,8 para 19,6 litros na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura em vacas recebendo ração concentrada com 30% de grão de soja moído, embora a composição do leite não tenha sido afetada.

Assim como o farelo de algodão, o GS cru integral, apesar de ser uma excelente fonte de proteína, apresenta alguns componentes anti-nutricionais, que podem comprometer sua utilização. A maior parte das substâncias tóxicas não oferece riscos aos ruminantes, uma vez que são metabolizadas durante o processo de digestão. Porém, o GS tem como principal limitação a sojina, que inibe a tripsina, o que causa hipertrofia pancreática, redução da digestibilidade da proteína da dieta e aumentando a excreção de nitrogênio no ambiente (LANA, 2004). O grão de soja cru deve ser fornecido em rações de vacas em lactação entre 1,8 a 2,3 kg/vaca/dia. No entanto, o fornecimento de maiores quantidades nas rações necessita da tostagem e/ou extrusão dos grãos para utilização em dietas de vacas leiteiras (FREITAS JR et al., 2010).

3.4 Fontes proteicas para vacas leiteiras

Segundo o NRC (2001), uma porção da proteína ingerida pelo animal pode chegar ao omaso sem sofrer ação dos microrganismos ruminais, a qual é definida como proteína não degradável no rúmen (PNDR). A fração que sofre hidrólise ruminal, chamada de proteína degradável do rúmen (PDR), tem suas ligações peptídicas hidrolisadas, formando peptídeos e aminoácidos (AA). Estes últimos podem ainda sofrer deaminação, e são liberados amônia (NH₃) e alfa-cetoácidos. Do ponto de vista nutricional, os AA podem ser classificados em essenciais (AAE) e não essenciais (AANE). A inclusão de nitrogênio não proteico (NNP) na dieta de vacas leiteiras visa suprir as exigências dos microrganismos ruminais em proteína degradável do rúmen (PDR) com menor custo.

A amônia, sendo a principal fonte de nitrogênio para a síntese de proteína no rúmen, ao ser absorvida pelas bactérias ruminais, é usada para a síntese de aminoácidos, os quais são utilizados para a síntese de proteína. Protozoários produzem amônia, mas não a utilizam como fonte de N para síntese microbiana. A disponibilidade de energia e a velocidade de liberação de N-NH₃ no rúmen são fatores determinantes na transformação da uréia em proteína (SANTOS, 2006). Em estudos mais antigos, usavam-se máximas quantidades de uréia nas dietas, no entanto isto foi reduzido com a evolução dos sistemas proteicos, nos quais a dieta passou a ser balanceada pela PDR, fator determinante para se ajustar a dose correta de uréia (SANTOS, 2006).

De acordo com o NRC (2001), dividir a proteína bruta em PDR e PNDR, tem por objetivo suprir as estimativas das exigências deste nutriente nos componentes animal e microbiano. O fracionamento da proteína bruta permite formular a dieta de forma a suprir as exigências dos microrganismos ruminais em PDR e assim maximizar a síntese de proteína microbiana (SANTOS, 2006). Para ocorrer a síntese microbiana, é necessário equilíbrio no fornecimento entre fontes de carboidratos e de nitrogênio. Esse equilíbrio requer melhoria na digestão da MS, especialmente da fração fibrosa (IAMAIZUMI, 2003).

Broderick (2003) relatou que os fatores que influenciam a utilização da proteína bruta da dieta estão relacionados ao suprimento de carboidratos não fibrosos (CNF) e PDR, para manter as necessidades dos microrganismos ruminais, e de PNDR, permitindo que as exigências das vacas sejam supridas.

Portanto, a exigência metabólica dos ruminantes não deveria ser caracterizada apenas por PB, NNP, PDR ou PNDR, mas sim por aminoácidos (AA). As células dos tecidos dos ruminantes necessitam de AA para seu metabolismo. Os AA devem estar disponíveis para o metabolismo dos tecidos em quantidades e proporções adequadas para eficiência máxima do animal. Desta forma, o valor nutricional da proteína metabolizável para ruminantes depende principalmente do seu perfil em aminoácidos essenciais (AAE) (SANTOS, 2006).

Normalmente, o consumo de MS não é afetado, podendo em alguns casos ser aumentado pelo excesso de PB (NRC, 2001). Mas o NNP, quando fornecido em excesso, pode reduzir o consumo de MS e a produção de leite. O excesso de NNP e PB podem resultar em gasto de energia pelo animal para a síntese e excreção de uréia (NRC, 1989).

A produção excessiva de amônia e sua conseqüente absorção ruminal aumentam a excreção urinária de compostos nitrogenados (RUSSEL; O'CONNOR; FOX, 1992). Se a taxa de degradação de proteína exceder a de fermentação de carboidratos, grande quantidade de compostos nitrogenados pode ser perdida na urina, como por exemplo, a uréia. Porém, se a taxa de fermentação de carboidratos for maior que a taxa de degradação da proteína, ocorre redução na produção de proteína microbiana (NOCEK; RUSSEL, 1988).

A conversão de duas moléculas de amônia em uma molécula de uréia consome quatro moléculas de ATP (adenosina trifosfato), de forma que a excreção de um grama de N pela urina custa 5,45 Kcal de energia líquida de lactação ou 13,3 Kcal de energia digestível (BRITO; BRODERICK, 2007). Assim, se o consumo de 100 gramas de PB não utilizada pelo organismo representar a perda de 0,2 Mcal de energia líquida, o consumo de 1.000 gramas de PB em excesso resultaria em uma perda de 2,0 Mcal de energia líquida por dia. Isto significa quase 30% de energia de manutenção de uma vaca leiteira ou energia suficiente para a produção de, aproximadamente, 3 kg de leite (MEYER, 2003).

3.5 Consumo e digestibilidade da matéria seca

O consumo voluntário de matéria seca pode ser influenciado por diversos fatores denominados *feedbacks* metabólicos, que são principalmente o estado físico e fisiológico do animal, a limitação física do rúmen e a composição e do processamento da dieta (NRC, 2001).

São considerados fatores físicos aqueles que limitam a ingestão por causar enchimento ruminal, o que reduz a ingestão de MS e está relacionado à baixa digestibilidade da fibra em

detergente neutro (FDN), bem como o aumento ou diminuição taxa de passagem e ao tempo de retenção do alimento no rúmen. Em contrapartida, os fatores fisiológicos são capazes de regular o consumo em função do balanço energético da dieta e em decorrência, haverá limitação da ingestão sem que seja atingido o máximo CMS, o que pode ocorrer devido à alta digestibilidade da MS do alimento (MERTENS, 2002).

Valadares et al. (2000) reportam que, entre outras características da dieta que influenciam na regulação da ingestão de alimentos, a deficiência ruminal de compostos nitrogenados, seja na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos, tendem a limitar o crescimento microbiano e deprimir a ingestão da parede celular e, conseqüentemente, o consumo da MS. A determinação do consumo de matéria seca (CMS) permite quantificar os nutrientes disponíveis para a manutenção, saúde e produção do animal (NRC, 2001). É de grande importância na formulação de dietas a fim de evitar erros na quantidade de nutrientes que poderiam causar efeitos negativos à saúde e ao desempenho do animal (GOMEZ-VAZQUEZ et al., 2011).

A produtividade das vacas leiteiras depende de sua capacidade de consumir e obter energia dos alimentos disponíveis (OWENS et al., 2008). Ter conhecimento da quantidade de matéria seca que está sendo ingerida é o principal fator que afeta o desempenho e a eficiência produtiva do animal, sendo necessário para formulação de dietas, prognóstico 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).

As exigências energéticas para lactação podem ser obtidas em função da composição do leite e do seu valor calórico, que depende do teor de gordura. Assim, a exigência energética é corrigida pelo fator de eficiência de utilização da energia alimentar para a produção de leite (BÜRGER et al., 2000).

Existe uma relação inversa entre a exigência de utilização da proteína e a ingestão de proteína, na qual a primeira decresce em função do aumento da última, no entanto, essa eficiência de utilização aumenta em função do incremento dos níveis de energia da dieta (BÜRGER et al., 2000).

No que se refere à estimativa da exigência mínima de proteína, esta pode ser calculada pelo método fatorial dividindo-se o nitrogênio urinário em duas frações: endógena, originária da degradação e reposição de estruturas proteicas; e exógena, que varia de acordo com a quantidade e qualidade de proteína ingerida (PIRES et al., 2010). Assim, a proteína requerida para lactação pode ser baseada na quantidade de proteína secretada no leite (NRC, 2001).

O conhecimento de fatores que afetam a composição e a produção do leite é muito importante para o correto balanceamento da dieta e a utilização eficiente dos nutrientes para a síntese do leite. Dietas contendo grandes quantidades de concentrado tendem a elevar o teor proteico e a produção de leite, pois ocorre a diminuição da relação acetato:propionato devido a redução do pH ruminal. Da mesma forma, dietas com elevado teor de fibra tende a diminuir o teor de gordura do leite e reduzir sua produção.

A exigência energética das vacas 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; MASON 1994). A importância da utilização da cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras se dá em virtude da sua elevada capacidade de produção por unidade de área e disponibilidade durante o período de escassez de forragens, apresentando grande potencial forrageiro em regiões tropicais (PEREIRA et al., 2007).

Porém, dietas à base de cana-de-açúcar possuem grande quantidade de carboidratos solúveis, oferecendo condições favoráveis ao crescimento de protozoários que, quando em alta população, diminuem a disponibilidade de proteína microbiana. A cana-de-açúcar apresenta fibra de difícil digestibilidade, o que compromete o crescimento de bactérias fibrolíticas. Em virtude disso, faz-se necessária a adição de uma fonte de PNDR nessas dietas (PEDROSO et al., 2010).

O efeito do uso da cana-de-açúcar como volumoso para vacas leiteiras sobre o CMS é muito relatado na literatura. É comum ocorrer diminuição do CMS em relação à silagem de milho, mesmo para dietas suplementadas com concentrado (PEREIRA et al., 2007). Estes autores sugerem que uma possível causa do baixo consumo em dietas com cana-de-açúcar seria a suplementação dessa forrageira com uréia, que é um ingrediente de baixa palatabilidade, e digestibilidade da fibra. A baixa degradação da cana no rúmen implica em limitação da taxa de passagem ruminal e, conseqüentemente, em baixo consumo. Miranda et al. (1999) mostra que a taxa de digestão da fibra da cana-de-açúcar é muito baixa no rúmen e que o acúmulo de fibra não digestível limita o consumo voluntário.

A redução da digestibilidade da fibra em um ponto percentual pode reduzir o consumo em até 4 g/dia de MS (ALLEN, 2000). Esse comportamento é observado em ruminantes porque a fibra é responsável pela grande variação da digestibilidade dos volumosos, e normalmente apresenta relação negativa com a digestibilidade. Esta baixa digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar está relacionada à alta concentração de lignina e a sua ligação com os

carboidratos estruturais (celulose e hemicelulose), o que impede a ação dos microrganismos ruminais sobre estes carboidratos (VAN SOEST, 1994).

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 redução no CMS, mas esta redução não apresentou relação direta com teor de FDN das dietas, tendo em vista que este componente diminuiu com o aumento da proporção de cana-de-açúcar. Este resultado foi explicado pela variedade da cana-de-açúcar utilizada que era 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 por 100% cana-de-açúcar apresentou redução média do CMS de 2,3 Kg/vaca/dia, o que representa consumo 20% menor e conseqüentemente redução da produção de leite em até 4 Kg de leite/dia (PIRES et al., 2010).

Estudos sobre substituição silagem de milho por cana-de-açúcar demonstraram que 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 (VALVASORI; LUCCI; ARCARO, 1995; PEREIRA et al., 2000; MENDONÇA et al., 2004 a ou b; MAGALHÃES et al., 2006).

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 inverter a proporção de concentrado na dieta com cana-de-açúcar para 60% da MS, para que o CMS e a produção de leite se iguallassem aos obtidos com silagem de milho (COSTA et al., 2005).

3.6 Produção e composição do leite

A nutrição é um dos principais fatores que determina o desempenho das vacas leiteiras afetando a produção de leite, a reprodução e a saúde dos animais (SANTOS et al., 2001). A manipulação da dieta, com a finalidade de alterar a produção e a composição do leite, é comum dentro da atividade leiteira, sendo que a quantidade de produção de leite e o teor de gordura são mais facilmente influenciados pela dieta.

A composição média do leite, basicamente, é de 87,5% de água e 12,5% de matéria seca total. A matéria seca do leite é composta por 3,6% de gordura, 3,0% de caseína, 0,6% de albumina, 4,6% de lactose e 0,7% de minerais. As proteínas correspondem a 95% da matéria nitrogenada do leite, sendo 5% restantes compostos não proteicos (amônia, uréia, creatina, ácido úrico, vitaminas e fosfolípidos). Destas proteínas do leite, 80% é caseína e 20% são proteínas do soro, representadas principalmente pelas lactoalbuminas, soroalbuminas e imunoglobulinas (SANTOS; FONSECA 2006).

Os teores de proteína no leite são difíceis de ser manipulados pela dieta. As vacas leiteiras dispõem de duas fontes de proteína na dieta, a proteína não degradável do rúmen (PNDR) e a proteína microbiana (PDR). Com a formulação proteica das dietas desbalanceada, a fermentação ruminal pode ser prejudicada, ocasionando o comprometimento da síntese microbiana e metabolizável. Com isso, pode ocorrer redução de excreção de nitrogênio no leite (RIUS et al., 2010).

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. A determinação do nitrogênio ureico do leite (NUL) é uma importante ferramenta para fornecer a quantidade adequada de proteína para vacas em lactação. O NUL pode ser usado como indicativo da eficiência de utilização do nitrogênio da dieta. Assim, elevados teores de NUL no leite indicam que as vacas não estão utilizando a proteína da dieta de maneira eficiente. O teor de NUL deve ser no máximo 16 mg/dL (RIUS et al., 2010).

O conteúdo proteico do leite apresenta aumento com a alteração da relação volumoso:concentrado, mas o teor de caseína continua sendo uma característica de difícil manipulação por meio da dieta (BOTARO et al., 2011). A concentração de nitrogênio ureico no leite pode ser alterada em função do teor proteico e quantidade de ureia na dieta, isto evidencia a adequação da relação entre o nitrogênio e a energia da dieta (BRODERICK, 2003). Entretanto, as alterações na concentração de uréia do leite podem advir de fatores como: produção leiteira, idade da vaca, estágio de lactação, peso vivo e dieta fornecida (AQUINO, 2008).

A relação volumoso:concentrado é de suma importância para a quantidade de nitrogênio excretado no leite e igualmente na influência na produção de gordura, assim como o perfil de ácidos graxos da dieta. A suplementação de lipídeos na dieta resulta em aumento na produção de leite. Entretanto, a resposta na produção de gordura é bastante variável, pois

depende da forma física e da composição dos ácidos graxos suplementados (BOTARO et al., 2011).

O teor de gordura do leite tende a baixar não somente quando há situação de carência ou excesso de nutrientes na dieta. O excesso de concentrado e/ou gordura insaturada afeta o pH do rúmen, a fermentação da fibra vegetal e a proporção entre os ácidos acético e butírico (precursores da gordura) e o ácido propiônico (precursor da lactose) (REYNAL; BRODERICK, 2005).

Souza et al (2009) avaliaram a produção de vacas leiteiras, com média de 22Kg/dia de leite, alimentadas com dietas com relações volumoso:concentrado de 60:40 e 50:50 na substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar e suplementadas com teores de 0%, 7% e 14% de caroço de algodão. Foi observado menor CMS e produção de leite quando utilizada a cana-de-açúcar. Os autores concluíram que a inclusão do caroço de algodão em níveis adequados, aumenta a energia e melhora as características nutricionais de dieta contendo cana-de-açúcar como volumoso.

Solomon et al. (2000), ao avaliarem o efeito da soja integral extrusada na dieta de vacas leiteiras, obtiveram aumento de 7,8 a 10% na produção de leite, quando comparada a dietas com amido e pectinas.

Naves (2010) obteve produção média de leite de 19 Kg/dia e 3,66% de gordura no leite, utilizando vacas de média lactação, alimentadas com cana-de-açúcar na relação V:C de 45:55. Estes resultados foram semelhantes a Jesus et al. (2012), que em dietas com 16% de PB com farelo de soja como fonte nitrogenada e mesma relação v:c, apresentou média de 3,70% de gordura no leite e produção diária de leite de 19Kg/dia. Conclui-se que dietas com cana-de-açúcar na relação v:c de 45:55, apresentam maior concentração de acetato, principal precursor de gordura no leite.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local, Instalações e Animais

O estudo foi realizado no setor de Bovinocultura de Leite, da Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga-SP (PUSP-P), da Universidade de São Paulo.

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa com médias de peso vivo de ± 550 Kg, em estágio intermediário de lactação ($> 90 < 200$ dias), e com produção média de 19 Kg de leite/dia ao início do experimento. As vacas foram alojadas em sistema em baias individuais, agrupadas em três quadrados latinos 4x4, contemporâneos e balanceadas de acordo com dias em lactação e produção de leite. O estudo 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 principais (farelo de algodão 38 e grão de soja cru integral) e dois teores de PB (130g e 148g/Kg de MS).

4.2 Dietas

Os tratamentos foram compostos por duas fontes nitrogenadas principais (farelo de algodão 38 e grão de soja cru integral) e dietas com dois teores de PB (130g e 148g/Kg de MS). As vacas foram distribuídas aleatoriamente para receber as seguintes dietas experimentais:

- A) Baixa PB: 130g/Kg de MS - soja crua em grão como fonte nitrogenada principal;
- B) Alta PB: 148g/Kg de MS - soja crua em grão como fonte nitrogenada principal;
- C) Baixa PB: 130g/Kg de MS - farelo de algodão 38 como fonte nitrogenada principal;
- D) Alta PB: 148g/Kg de MS - farelo de algodão 38 como fonte nitrogenada principal.

Em cada período experimental foram coletadas amostras de cana-de-açúcar, dos ingredientes, do concentrado e das sobras das dietas fornecidas, armazenadas a -20°C até a realização das análises bromatológicas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP (VNP – FMVZ/USP).

A cana-de-açúcar foi colhida manualmente 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. A composição percentual dos ingredientes nas dietas formuladas está apresentada nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes do concentrado, expressos na matéria seca (g/Kg de PB), de acordo com a fonte nitrogenada principal e dois teores de PB

Ingredientes	Grão de soja		Dietas ¹	Farelo de algodão	
	Baixa ²	Alta ³		Baixa ²	Alta ³
	<i>g/Kg MS</i>				
Milho Fubá	340,00	299,20		345,10	303,80
Farelo de Soja 48%	30,20	50,10		30,40	50,10
Grão de Soja	120,10	139,90		-	-
Farelo de Algodão 38%	-	-		113,70	135,10
Uréia	8,00	9,10		8,00	9,10
Sulfato de Amônia	1,70	2,30		1,70	2,30
Mistura mineral	19,90	19,90		20,00	19,90
Bicarbonato de Sódio	8,00	8,00		8,00	8,00
Óxido de Magnésio	2,30	2,30		2,30	2,30
Fosfato Bilcalcio	8,00	8,00		8,00	8,00
Calcário	6,30	6,30		6,40	6,30
Sal comum	2,80	2,30		3,70	2,30
Cloreto de Potássio	2,80	2,80		2,80	2,80

¹Dietas com alta (148 g/Kg de PB da MS) e baixa (130g/Kg de PB da MS) concentração de proteína bruta;

²Baixa concentração de PB na dieta (130g/Kg na MS); ³Alta concentração de PB na dieta (148g/Kg na MS);

Tabela 2 – Composição bromatológica dos ingredientes das dietas expressa em g/Kg de MS

Composição Química	Cana-de açúcar	Farelo Soja	Fubá Milho	Grão Soja	Farelo Algodão
Matéria Seca	272,70	880,70	878,60	916,50	906,70
Matéria Orgânica	969,80	909,30	944,00	958,60	918,90
Matéria Mineral	25,70	119,30	56,00	41,40	78,10
Proteína Bruta	35,20	454,80	24,13	379,40	428,00
Extrato Etéreo	14,00	18,80	39,60	219,90	15,90
Fibra Detergente Neutro	556,20	170,80	411,60	227,20	302,80
Fibra Detergente Ácido	365,80	91,90	84,10	130,90	174,20
Nitrogênio Insolúvel Detergente Neutro	20,70	9,00	18,20	40,50	37,20
Nitrogênio Insolúvel Detergente Ácido	14,20	8,40	12,25	30,70	18,20
Fibra Detergente Ácido indigestível	203,40	14,20	12,20	16,60	85,00
Lignina	46,00	21,10	20,90	36,60	52,90

Tabela 3 - Composição bromatológica das dietas expressas em g/Kg de MS, de acordo com a fonte nitrogenada principal e dois teores de PB

Ingredientes	Grão de soja		Dietas	Farelo de algodão	
	<i>Baixa</i> ¹	<i>Alta</i> ²		<i>Baixa</i> ¹	<i>Alta</i> ²
	<i>g/Kg MS</i>				
Cana-de-açúcar	449,90	449,90		450,10	450,00
Milho Fubá	340,00	299,20		345,10	303,80
Soja Farelo 48%	30,20	50,10		30,40	50,10
Grão de Soja	120,10	139,90		-	-
Algodão Farelo 38%	-	-		113,70	135,10
Uréia	8,00	9,10		8,00	9,10
Sulfato de Amônia	1,70	2,30		1,70	2,30
Mistura mineral	19,90	19,90		20,00	19,90
Bicarbonato de Sódio	8,00	8,00		8,00	8,00
Óxido de Magnésio	2,30	2,30		2,30	2,30
Fosfato Bilcalcio	8,00	8,00		8,00	8,00
Calcário	6,30	6,30		6,40	6,30
Sal comum	2,80	2,30		3,70	2,30
Cloreto de Potássio	2,80	2,80		2,80	2,80
	<i>Composição Química g/Kg MS</i>				
Matéria Seca	885,10	898,00		902,80	899,30
Matéria Orgânica	898,10	905,10		955,70	955,10
Matéria Mineral	118,50	102,00		44,30	44,90
Proteína Bruta	217,40	232,60		215,20	237,50
Extrato Etéreo	45,80	54,30		23,40	28,60
Fibra Detergente Neutro	143,70	179,20		110,20	118,00
Fibra Detergente Ácido	61,10	76,50		78,00	93,70
Nitrogênio Insolúvel Detergente Neutro	33,80	38,00		35,00	30,30
Nitrogênio Insolúvel Detergente Ácido	24,00	33,40		20,40	27,50
FDA indigestível	21,40	26,50		28,70	32,10
Lignina	12,40	21,00		12,60	16,10

¹Dietas com baixa (130g/Kg de PB da MS) concentração de proteína bruta. ²Dietas com alta (148 g/Kg de PB da MS) concentração de proteína bruta.

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

Os teores de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) foram obtidos utilizando-se α -amilase sem adição de sulfito de sódio na determinação do FDN, em Sistema Ankon® (VAN SOEST; MASON, 1994).

4.3 Análise dos 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 - 20°C 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®, *refratocmeter model* RHBO-90) e apresentou valor médio de 18° 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.

Os teores de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) foram obtidos conforme método descrito por Van Soest e Mason (1994), 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^o, 15^o e 16^o dias de cada período experimental, sempre antes das ordenhas da manhã e da tarde, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas -20°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/m²), 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 (60°/72 horas).

Após este período, os sacos foram submetidos à secagem em estufa (105°C/45 minutos), e posteriormente, acondicionados em dessecador 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 Coletas de amostras de leite e análises

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, 7:30 e as 14:30 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 $PLC = (0,432 + 0,1625 * \text{teor de gordura do leite}) * \text{Kg de leite}$. As amostras de leite para análise foram coletadas 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 concentração de gordura no leite foram utilizadas amostras à fresco, segundo a metodologia descrita por Gerber (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). As análises de contagem de células somáticas foram realizadas por citometria de fluxo em equipamento Fossomatic™ FC. As concentrações de gordura, proteína e lactose foram analisadas por absorção infravermelha por meio de um equipamento analisador MilkoScan™ FT.

4.6 Avaliação do Escore de Condição 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.

4.7 Delineamento experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental usado foi o quadrado latino 4x4, com arranjo fatorial de tratamentos 2x2, sendo duas fontes nitrogenadas (farelo de algodão e grão de soja cru integral), dois teores de proteína bruta (130g ou 148g/Kg de MS) e a interação. Os resultados foram submetidos análise estatística pelo uso do SAS (Version 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC 2004), verificando-se a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias pelo Proc UNIVARIATE. Os dados foram analisados de acordo com os efeitos principais para fonte e

teor de proteína bruta e a interação da 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_{ijklm} = é a observação referente a fonte nitrogenada,

j = teor de PB;

k = quadrado latino;

l = animal dentro de quadrado latino;

m = período;

μ = média geral;

F_i = efeito da fonte nitrogenada;

i = farelo de soja ou uréia e T_j = efeito do teor de PB / j = 130g ou 148g/Kg de MS;

$F_i * T_j$ = interação entre a fonte nitrogenada i e teor de PB ;

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 = 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

5.1 Consumo de matéria seca e nutrientes

As médias ajustadas de consumo médio diário de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo (EE) estão apresentadas na tabela 4.

Verificou-se efeito de interação entre fonte proteica e teor de nitrogênio da dieta para consumo de MS expressos em Kg/dia, g/Kg de PV e MS por peso metabólico (g/Kg 0,75), que foi maior para vacas alimentadas com dietas contendo grão de soja com baixa concentração de nitrogênio (130,0g PB/Kg na MS) e maior para dietas contendo farelo de algodão como fonte nitrogenada e alta concentração de PB na dieta (148,0g PB/Kg na MS).

Houve efeito sobre o teor de nitrogênio da dieta ($P=0,0002$) sobre o consumo de PB, que foi maior para vacas alimentadas com quantidades de nitrogênio elevadas (148,0g/Kg na MS) em relação à dieta com baixa quantidade de nitrogênio (130g/Kg na MS).

O consumo de FDN (kg/dia e %PV) foi maior para as vacas alimentadas com a dieta contendo grão de soja (6,25 Kg/dia), do que as alimentadas com farelo de algodão (5,70 Kg/dia), sendo que o mesmo efeito foi observado para o consumo de EE, que foi maior (0,55 Kg/dia) para vacas alimentadas com grão de soja. Em relação ao teor de nitrogênio, o consumo de EE foi maior ($P=0,0003$) para as vacas alimentadas com 148,0g/Kg na MS. O contrário foi observado no consumo de MO, que foi maior (17,75Kg/dia com FA vs. 17,14Kg/dia com GS) para vacas alimentadas com farelo de algodão na dieta.

Tabela 4 - Médias ajustadas para consumo de matéria seca e nutrientes em função das dietas

Variável	Dietas ¹				EPM ⁴	Probabilidade		
	Grão de Soja		Farelo de Algodão			Teor	Fonte	Int ⁵
	Baixa ²	Alta ³	Baixa ²	Alta ³				
	<i>Kg/dia</i>							
Matéria Seca	19.28	18.31	18.43	18.7	0.56	0.249	0.432	0.045
Matéria Orgânica	17.47	16.81	17.49	18.01	0.53	0.800	0.041	0.047
Proteína Bruta	2.56	2.61	2.44	2.71	0.07	0.0002	0.761	0.109
FDN ⁶	6.31	6.2	5.60	5.81	0.19	0.682	<0001	0.171
Extrato Etéreo	0.53	0.58	0.27	0.35	0.02	0.0003	<0001	0.398
	<i>g/Kg de Peso Vivo</i>							
Matéria Seca	31.4	28.1	30.0	30.6	0.09	0.104	0.471	0.015
FDN ⁶	10.0	9.80	8.90	9.20	0.03	0.711	<0001	0.146
	<i>g/Kg 0,75</i>							
Matéria Seca	153.8	132.6	146.8	150.1	4.27	0.409	0.220	0.006

¹Dietas com alta (148 g/Kg de PB de MS) e baixa (130g/Kg de PB de MS) concentração de proteína bruta; ²Baixa concentração de PB na dieta (130g/Kg de MS); ³Alta concentração de PB na dieta (148g/Kg de MS); ⁴Erro padrão da média; ⁵Interação entre o teor de PB (130g/Kg vs. 148g/Kg) e as fontes (grão de soja cru integral vs. farelo de algodão); ⁶Fibra detergente neutro.

5.2 Digestibilidade aparente total da matéria seca

Os resultados de digestibilidade aparente total de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) estão apresentados na tabela 5. Não houve efeito das dietas sobre a digestibilidade aparente total da MS, MO e PB entre as dietas experimentais. A digestibilidade média da MS, MO e PB foram respectivamente de 797, 807 e 764 g/Kg na MS.

Foi observado efeito da fonte nitrogenada da dieta sobre a digestibilidade aparente de FDN, EE e NDT. Vacas alimentadas com grão de soja cru integral apresentaram coeficiente de digestibilidade aparente de FND, EE e NDT maior (761, 904 e 833 respectivamente) do que as vacas alimentadas com farelo de algodão (686, 875 e 811 respectivamente).

Tabela 5 – Médias ajustadas para coeficiente de digestibilidade da matéria seca e nutrientes em função das dietas

Variável	Dietas ¹				EPM ⁴	Probabilidade		
	Grão de Soja		Farelo de Algodão			Teor	Fonte	Int ⁵
	Baixa ²	Alta ³	Baixa ²	Alta ³				
	<i>g/Kg na MS</i>							
Matéria Seca	797.5	801.9	795.9	788.8	0.46	0.866	0.371	0.487
Matéria Orgânica	810.9	808.5	809.1	800.4	0.48	0.533	0.577	0.710
Proteína Bruta	753.6	769.0	766.7	769.4	0.71	0.430	0.557	0.577
Fibra detergente Neutro	767.5	755.4	689.0	682.6	1.24	0.658	0.001	0.892
Extrato Etéreo	906.0	902.0	856.0	893.7	0.69	0.181	0.025	0.101
NDT ⁶	834.4	830.7	812.7	808.9	0.63	0.745	0.067	0.994

¹Dietas com alta (148 g/Kg de PB de MS) e baixa (130g/Kg de PB de MS) concentração de proteína bruta;

²Baixa concentração de PB na dieta (130g/Kg de MS); ³Alta concentração de PB na dieta (148g/Kg de MS);

⁴Erro padrão da média; ⁵Interação entre o teor de PB (130g/Kg vs. 148g/Kg) e as fontes (grão de soja cru integral vs. farelo de algodão); ⁶Nutrientes digestíveis totais.

5.3 Produção e composição do leite

Os resultados de produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC), gordura (G), proteína bruta (PB), lactose, caseína e nitrogênio ureico (NU) estão apresentados na tabela 6.

Não houve efeito das dietas sobre a PLC, gordura e lactose. Esses resultados indicam que possivelmente o aporte de nutrientes para as vacas, e especialmente para a glândula mamária não foi limitado pela disponibilidade de fonte nitrogenada e pelos teores de PB das dietas. Houve tendência (P=0,084) de efeito de teor de nitrogênio da dieta sobre a PL, que foi maior para dietas com quantidades baixas de nitrogênio (18,64 Kg/dia) em relação à dieta com alta quantidade de nitrogênio (17,75Kg/dia).

Foi observada tendência de efeito (P=0,082) de fonte nitrogenada sobre a produção de PB no leite. As vacas alimentadas com dietas à base de FA apresentaram maior produção de proteína no leite (0,55 Kg/dia) do que aquelas alimentadas com dietas contendo GS (0,52 Kg/dia). Houve efeito de fonte nitrogenada sobre a produção de caseína no leite. Vacas alimentadas com dietas com maior quantidade de PB obtiveram produção de caseína maior

(2,75 Kg/dia) do que as vacas alimentadas com dietas contendo menor quantidade de PB (2,71 Kg/dia).

As quantidades de NU excretados no leite foram mais elevadas (11,53 mg/dL) nas vacas alimentadas com dietas a base de FA em relação às com GS (9,11 mg/dL). Houve efeito de interação ($P < 0,0001$) entre teor e a fonte nitrogenada sobre o NU excretado no leite. A dieta contendo GS com menor quantidades de nitrogênio (130g/Kg na MS) obteve maior excreção (9,83 mg/dL) de NU, e ocorreu o inverso para as vacas alimentadas com a dieta contendo FA, que foi maior (13,19 mg/dL) com maior teor (148,0g/Kg na MS).

Tabela 6 - Médias ajustadas para efeito do teor de proteína bruta e das fontes nitrogenadas (GS e FA) das dietas sobre a produção e composição do leite

Variável	Dietas ¹				EPM ⁴	Probabilidade		
	Grão de Soja		Farelo de Algodão			Teor	Fonte	Int ⁵
	Baixa ²	Alta ³	Baixa ²	Alta ³				
	<i>Kg/dia</i>							
Produção de leite	18.28	17.46	19.00	18.05	0.61	0.084	0.219	0.405
PLC ⁶	17.21	16.79	17.17	17.33	0.81	0.709	0.485	0.416
Gordura	0.62	0.62	0.60	0.63	0.03	0.421	0.787	0.421
Proteína Bruta	0.54	0.50	0.55	0.55	0.02	0.446	0.082	0.208
Lactose	0.67	0.65	0.68	0.70	0.03	0.850	0.193	0.349
Caseína	2.71	2.72	2.70	2.81	0.03	0.017	0.115	0.490
	<i>g/Kg na MS</i>							
Gordura	38.0	39.2	36.9	38.3	0.09	0.137	0.227	0.883
Proteína Bruta	32.9	32.8	33.0	34.0	0.04	0.287	0.093	0.203
Lactose	41.3	41.1	40.5	41.3	0.05	0.494	0.494	0.308
	<i>mg/dL</i>							
NU ⁷	9.83	8.40	9.88	13.19	0.55	0.710	<0001	<0001

¹Dietas com alta (148 g/Kg de PB de MS) e baixa (130g/Kg de PB de MS) concentração de proteína bruta;

²Baixa concentração de PB na dieta (130g/Kg de MS); ³Alta concentração de PB na dieta (148g/Kg de MS);

⁴Erro padrão da média; ⁵Interação entre o teor de PB (130g/Kg vs. 148g/Kg) e as fontes (grão de soja cru

integral vs. farelo de algodão); ⁶Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; ⁷Nitrogênio Ureico do leite.

6 DISCUSSÃO

6.1 Consumo de matéria seca e nutrientes

Ao analisar o efeito das fontes nitrogenadas principais, vacas alimentadas com dietas contendo grão de soja apresentaram maior consumo de FDN e EE quando comparado às dietas com farelo de algodão. Este aumento do consumo de FDN pelos animais submetidos a esta dieta pode ser explicado pelo maior teor deste nutriente na sua composição, contrário ao EE, que apresentou maior consumo para GS, que possui maior teor na sua composição (Tabela 2).

Mertens (2002) sugere que o consumo é regulado pelas características dos alimentos. Em dietas ricas em energia, a inclusão de soja integral pode limitar o consumo antes do efeito do enchimento ruminal, ao atender os requerimentos energéticos de produção. A adição de soja crua em dietas com baixa energia pode aumentar o consumo porque a substituição de parte do amido do milho pela soja resulta em melhores condições ruminais e melhor digestibilidade da fibra. A redução no consumo pode ser suprimida, quando os níveis de teores de fibra são aumentados (FDN > 29%). A diminuição do consumo por estufamento indica que a fibra efetiva da dieta precisa ser considerada quando soja integral for adicionada em dietas para vacas de leite (GRANT; WEIDNER, 1992).

No presente estudo, o consumo de EE foi maior em relação à quantidade de PB da dieta (Tabela 1), o mesmo aconteceu com experimentos similares realizados por Naves (2010), que obteve consumo de EE maior (0,58 Kg/dia) para vacas alimentadas com dietas com fonte nitrogenada de média degradabilidade quando comparado à dieta controle (0,38Kg/dia) e baixa (0,40Kg/dia).

A principal limitação quanto à utilização do GS cru integral na dieta de ruminantes é a elevação do teor de extrato etéreo da dieta e os níveis de ácidos graxos insaturados que podem exercer efeito negativo sobre o consumo e, como consequência, sobre a produção de leite (ALLEN, 2000). Esta elevação do teor de EE explica as principais razões para inibição do consumo, o efeito da gordura sobre a aceitabilidade da dieta, os mecanismos regulatórios que controlam a ingestão de alimentos e a capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos. Os resultados do presente estudo, em relação ao CMS e CEE, são similares com o proposto por Allen (2000), que também foi maior para vacas alimentadas com dietas com menor concentração de GS.

Chouinard et al. (1997) observaram que a adição de GS cru integral em até 23% da MS da dieta, com 6% EE, em substituição ao farelo de soja, não comprometeu o consumo de matéria seca de vacas Holandesas produzindo média de 36kg de leite. Entretanto, Fathi-Nasri et al. (2007) observaram aumento na ingestão de matéria seca da dieta à base de feno de leucena e silagem de milho com o uso de GS integral tostada em comparação à soja crua. Segundo esses pesquisadores, os lipídios da soja tostada podem ter exercido menor influência sobre o metabolismo ruminal e o maior aporte de proteína ao intestino delgado estimulou o aumento da produção e, conseqüentemente, a ingestão das vacas.

O consumo de PB foi influenciado pelo teor de PB das dietas, o consumo aumentou na medida que a quantidade de PB da dieta foi elevada nas duas fontes nitrogenadas (tabela 4). Estudos relatam que o consumo de PB para vacas leiteiras tem evoluído de forma considerável em relação à otimização do uso do N da ração para fins produtivos, evitando deficiências e excessos na ração. Isto é fundamental, pois, se por um lado a deficiência de proteína compromete a produção de leite, por outro lado o seu excesso, além de representar custo extra, há aumento na demanda energética do animal para a eliminação da amônia em excesso, efeitos negativos na reprodução e contaminação ambiental (SANTOS; AMSTALDEN, 1998; NRC, 2001).

O consumo de MO em dietas contendo farelo de algodão é explicado pelo maior teor do mesmo na sua composição (955,4 g/Kg), como observado na tabela 2 e 3.

No presente estudo, houve interação entre a fonte nitrogenada e o teor de PB sobre o consumo de MS expresso Kg/dia, g/Kg de PV e em g/Kg 0,75, que foi maior para vacas alimentadas em dietas com baixa quantidade de PB e GS como fonte nitrogenada, inversamente proporcional à dieta contendo maior quantidade de PB e FA como fonte nitrogenada (figura 1). Estes resultados são esperados em função do aumento dos teores de extrato etéreo quando são adicionados grão de soja nas rações, que pode resultar na diminuição do consumo (ALLEN, 2000). Esta interação entre os teores e as fontes nitrogenadas também foi elucidada por Cordeiro et al. (2007), que ao avaliar inclusões crescentes de farelo de algodão em dietas com volumoso à base de cana-de-açúcar, na proporção v:c de 60:40 e 11,5; 13,0; 14,5 e 16,0% de PB, concluíram que dietas com maiores quantidades de PB favorecem o consumo de MS total dentre as demais, devido ao aumento da concentração do farelo de algodão das dietas.

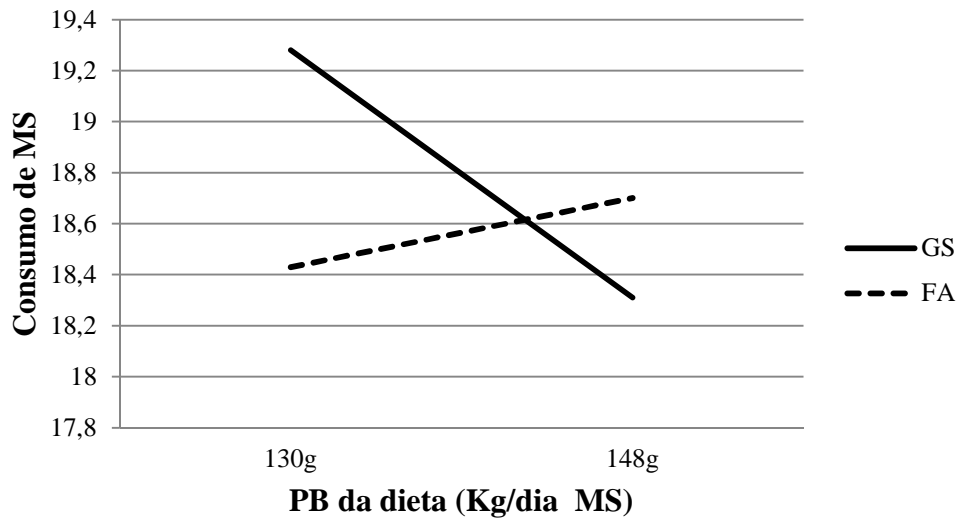


Figura 1 – Interação entre a fonte nitrogenada e o teor de PB da dieta sobre o CMS, expresso em Kg/dia.

Costa et al. (2005) avaliaram dietas formuladas com cana-de-açúcar nas proporções de 60, 50 e 40%, corrigida com 1% de ureia + sulfato de amônia (SA) com base na MS. A dieta com 60% de cana-de-açúcar apresentou menor consumo de MS (15,77 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, sendo este resultado semelhante ao encontrado neste estudo que foi de 18,68 Kg/dia. No presente estudo, além do consumo de MS (18,68 kg/dia), o consumo de proteína bruta (2,58 kg/dia) e de fibra em detergente neutro (5,98 kg/dia) também foi similar ao encontrado por Jesus et al. (2012) e Costa et al. (2005) em dietas com 40% de volumoso à base de cana-de-açúcar e 14,5% de PB.

Silvestre e Hovell (1978), ao suplementarem cana-de-açúcar com uréia e farelo de trigo, verificaram aumento do consumo de MS e da taxa de passagem de líquidos com a suplementação. Neste sentido, Pereira et al. (2000) observaram que o farelo de algodão em suplementação à cana-de-açúcar proporcionou maior disponibilidade de energia ruminal, refletindo em um melhor crescimento microbiano e resultando em maior consumo de MS.

Vilela (2004), trabalhando com vacas 5/8 Holandês-Gir, com produção média de 8 kg/dia, avaliaram cana-de-açúcar associada a quatro tratamentos (uréia; uréia e farelo de algodão; uréia e milho grão moído; uréia e farelo de trigo), contendo em torno de 125g/Kg de PB na MS. Os resultados obtidos foram 5,32; 7,85; 6,07 e 7,60 kg/dia para o consumo de MS, respectivamente. Apesar do baixo consumo observado, associado à baixa degradação da fibra no rúmen, os resultados mostraram maior consumo de MS quando o farelo de algodão foi utilizado na suplementação de dietas tendo como volumoso único a cana-de-açúcar. Esses

autores relataram que o farelo de algodão proporcionou maior disponibilidade de energia ruminal, refletindo em melhor crescimento microbiano e resultando em maior consumo de MS.

6.2 Digestibilidade aparente total da matéria seca

Não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) na digestibilidade aparentes da MS, MO e PB entre as dietas experimentais do presente estudo. Resultados similares foram relatados por Magalhães (2001) quando compararam diferentes níveis de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar (0; 33; 66 e 100%), com dietas isoproteicas (15,1% de PB, média), sendo que os teores de FDN foram 40, 38, 35 e 34%, respectivamente, e relação volumoso:concentrado de 60:40, na base da MS.

Alguns autores relataram que a utilização de teores crescentes de PB (127 a 184 g/Kg de PB na MS) resultou em aumentos na digestibilidade da MS e PB, o mesmo foi observado neste estudo ao aumentar de 130 para 148g/Kg de PB na MS como relatado na tabela 6 (PEREIRA et al., 2007; CUNNINGHAM et al., 1996; BRODERICK, 2003).

Vilela (2004) observaram digestibilidade média da MS de 63% em dietas contendo cana-de-açúcar e farelo de algodão. 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 + Sulfato de Amônia (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%). A digestibilidade média da MS observada neste estudo foi superior aos resultados encontrados por estes autores (79,5%).

A digestibilidade média da MS, usando farelo de algodão como PB foi de 78,80%, a qual é superior à observada por Vilela et al. (2003), que teve média de 63,0% para a dieta contendo cana-de-açúcar e farelo de algodão, o que pode ser atribuído à maior ingestão de MS, elevando os valores de digestibilidade aparente.

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 (PM). O coeficiente de digestibilidade da MS das dietas foi em média 79,60%, este resultado indica que o CMS do presente estudo está relacionado ao peso metabólico dos animais.

Os resultados de digestibilidade do FDN, EE e NDT foram consideravelmente maiores para dietas contendo grão de soja do que farelo de algodão na sua formulação, este fato pode ser consequência de aumento do consumo dos mesmos.

6.3 Produção e composição do leite

No presente estudo não foram verificadas diferenças ($P>0,05$) para as variáveis de produção de leite, PLC, gordura e lactose entre as dietas experimentais. A produção de caseína no leite aumentou proporcionalmente em relação à quantidade de PB da dieta (Tabela 6). Esses resultados indicam que o aporte de nutrientes para o animal, especialmente para a glândula mamária, não foi limitado nem pela fonte nitrogenada e nem pelos teores de PB das dietas. O mesmo foi relatado por Jesus et al. (2012), que apresentou maior produção de PB (0,65 kg/dia) utilizando dietas a base de farelo de soja e cana-de-açúcar que as alimentadas a base de uréia (0,55 kg/dia). Este fato foi justificado pelo autor por oferecer maior aporte de proteína verdadeira para os microrganismos ruminais (JESUS et al., 2012).

As dietas com as diferentes fontes nitrogenadas demonstra que as vacas que consumiram a dieta contendo farelo de algodão apresentaram maior quantidade de PB e NU no leite quando comparado ao grão de soja (figura 2). Este aumento de PB produzido pelos animais submetidos a esta dieta pode ser explicado pelas médias de consumo (2,57 Kg/dia) e digestibilidade (768,05 Kg/dia), que também foram maiores para esta fonte (Tabelas 5 e 6).

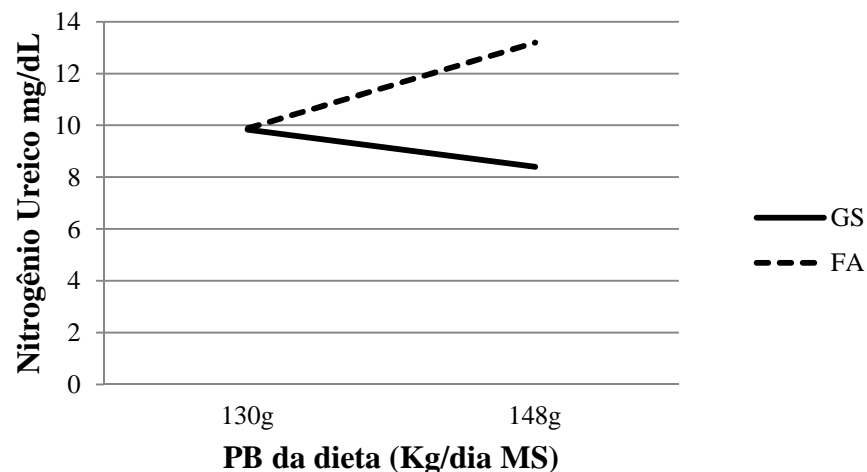


Figura 2 – Interação entre a fonte nitrogenada e o teor de PB da dieta sobre NU do leite, expresso em mg/dL.

Naves (2010) e Jesus et al. (2012) obtiveram PL média de 19,1 Kg/dia e 19,15 respectivamente, utilizando cana-de-açúcar como volumoso e relação V:C 45:55. Estes resultados foram semelhante a PL média encontrada no presente estudo, com PL de 18,18 kg/dia. Os resultados do presente estudo corroboram com Campos (1972), que estudou a possibilidade de substituir totalmente o farelo de algodão por grão de soja cru moída como suplemento proteico para vacas em lactação. Este autor verificou que as duas fontes proteicas não diferiram entre si quanto à produção de leite corrigida para 4% de gordura.

A otimização do balanço entre síntese de proteína microbiana e degradação de proteína no rúmen é uma ferramenta importante para aumentar a produção de leite, a eficiência do uso de N e reduzir a excreção de N para o ambiente (WANG et al., 2007). Oltner et al. (1985) relataram correlação positiva entre produção de leite e concentração de uréia no leite. Assim como Kaufmann (1982), que atribuiu resultados similares aos aumentos no conteúdo de proteína na dieta e na produção de leite, e não somente ao efeito da produção de leite. O efeito da produção de leite sobre as concentrações de NUL é causado pela elevada correlação entre a produção de leite e a relação proteína/energia na dieta (BRODERICK; CLAYTON, 1997).

Os teores de NUL das vacas alimentadas com deitas contendo grão de soja encontraram-se abaixo da média sugerida por Jonker, Kohn e Erdman (1998), que relataram que a concentração de NUL deveria variar de 10 a 16 mg/dL, dependendo do nível de produção, pois maiores valores podem indicar consumo de nitrogênio em excesso de PDR.

Quanto ao número de lactações, os resultados deste estudo corroboram os de Oltner et al. (1985); Canfield et al. (1990) e Godden et al. (2001), que sugeriram considerar o número de lactações, pois vacas primíparas tiveram menor concentração de NUL que multíparas. Segundo esses autores, esse efeito pode estar relacionado ao fato de que primíparas têm direcionamento pronunciado de nutrientes para crescimento e podem utilizar aminoácidos com maior eficiência.

Em estudos com 100% de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar, foram encontrados maior produção de gordura no leite (PIRES et al., 2010). Os mesmos autores sugeriram que a inclusão de caroço de algodão nas dietas pode ter contribuído para o aumento no teor de gordura do leite. Desta forma, conclui-se que a menor eficiência na utilização de nitrogênio está associada ao perfil de aminoácidos requeridos para a lactação, que, a partir do momento em que são fornecidos pela dieta não atenderem as exigências para produção do leite, e são utilizados em outras rotas metabólicas (PIRES et al., 2010).

Bernard (1997) e Van Horn et al. (1979) sugerem o farelo de algodão em dietas a fim de manter a produção de leite nos mesmos patamares que o farelo de soja quando o teor de proteína bruta da dieta é superior a 16%. Porém, um ponto importante a ser observado é que o farelo de algodão produzido no Brasil é normalmente pobre em proteína e energia e mais rico em fibra que o citado nas tabelas internacionais (IMAIZUMI et al., 2004).

7 CONCLUSÃO

O fornecimento de dietas contendo cana-de-açúcar como volumoso, farelo de algodão ou grão de soja cru integral como fontes nitrogenadas, não altera a produção de leite, o consumo e a digestibilidade dos mesmos. Desta forma, a utilização de baixas concentrações de proteína da dieta (130g/Kg na MS) não altera o desempenho produtivo de vacas leiteiras e proporciona menor excreção de nitrogênio no ambiente.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ALBRO, J. D.; WEBER, D. W.; DELCURTO, T. Comparison of whole, raw soybeans, extruded soybeans, or soybean meal and barley on digestive characteristics and performance of weaned beef steers consuming mature grass hay. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 26-32, 1993.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 598-1624, 2000.
- BLACKWELDER, J. T.; HOPKINS, B. A.; DIAZ, D. E. Milk production and plasma gossypol of cows fed cottonseed and oilseed meals with or without rumen undegradable protein. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 81, p. 2934-2941, 1998.
- BOTARO, B. G.; CORTINHAS, C. S.; MESTIERI, L.; MACHADO, P. F.; SANTOS, M. V. Composição e frações proteicas do leite de rebanhos bovinos comerciais. **Veterinaria e Zootecnia**, v. 18, n. 1, p. 81-89, 2011.
- BRANCO, A. F.; CONEGLIAN, S. M.; MAIA, F. J. Digestibilidade intestinal verdadeira da proteína de alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 4, p. 1788-1795, 2006. Supplement.
- BRITO A. F.; BRODERICK, A. Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 90, n. 4, p. 1816-1827, 2007.
- 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, n. 11, p. 2964-2971, 1997.
- 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.
- BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, p. 236-242, 2000.

CAMPOS, O. F. Farelo de algodão e semente de soja crua, como suplementos proteicos para vacas em lactação. 35 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1972.

CARVALHO, N. M.; MULHLBACH, P. R. F. Desempenho de vacas em lactação recebendo grãos de soja crus ou tostados, na composição da dieta. In: EUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002 **Anais...** Recife. 2002. 5 p. CD-Rom.

CHIK, A. B.; BEED, D. K.; WILCOX, C. J. Interactions of dietary whole cottonseed, roughage source and calcium content on lactational performance of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, p. 115-116, 1986. Supplement, 1.

CHOUINARD, P. Y.; LÉVESQUE, J.; GIRARD, V. Dietary soybeans extruded at different temperatures: milk composition and in situ fatty acid reactions. **J. Dairy Science**. v. 80, p. 2913-2924. 1997.

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.

COPPOCK, C. E.; WEST, J. W.; MOYA, J. R.; NAVE, D. H.; LABORE, J. M.; THOMPSON, K. G.; ROWE JUNIOR, L. D.; GATES, C. E. Effects of amount of whole cottonseed on intake, digestibility, and physiological responses of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, p. 2248–2259, 1985.

CORDEIRO, C. F. A.; 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.; MENDONÇA, 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.

COSTA, L. T. **Níveis de suplementação concentrada de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar**. 2008. 82 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade estadual do sudoeste de Bahia-Itapetinga, BA., 2008.

- 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.
- 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.
- FATHI-NASRI, M. H.; DANESH-MESGARAN, M.; NIKKHAH, A. Effect of raw or roasted whole soybeans on early lactational performance and ruminal and blood metabolites in Iranian cows. **Journal of Agriculture Science**. v. 145, p. 529-537, 2007.
- FIGUEIRA, D. G.; AROEIRA, L. J. M.; RODRIGUEZ, N. M.; SAMPAIO, I. B. M.; LOPES, F. C. F.; TORRES, M. P. Dinâmica ruminal e pós ruminal da cana-de-açúcar e do farelo de algodão em bovinos alimentados com farelo de algodão e cana-de-açúcar suplementada com três diferentes níveis de ureia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 45, n. 1, p. 71-80, 1993.
- FREITAS JÚNIOR, J. E.; RENNÓ, F. P.; SILVA, L. F. P.; GANDRA, J. R.; MATURANA ILHO, M.; FODITSCH, C.; VENTURILLI, B. C. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 950-956, 2010.
- GALAN, V. B.; NUSSIO, L. G. Novos custos para cana-de-açúcar. **Boletim do Leite**, n. 14, 35 p, 2000.
- 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.
- GRANT, R. J.; WEIDNER, S. J. Effects of fat from whole soybeans on *performance* of dairy cows fed rations differ in fiber level and particle size. **Journal of Dairy Science**. v. 75, p. 2742-2751, 1992.
- GRUM, D. E.; DRACKLEY, J. K.; HANSEN, L. R. Production, digestion, and hepatic lipid metabolism of dairy cows fed increased energy from fat or concentrate. **Journal of Dairy Science**. v. 79, p. 1836-1849, 1996.

IMAIZUMI, H. Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína na dieta sobre desempenho, fermentação ruminal e parâmetros sanguíneos de vacas da raça Holandesa em final de lactação. **Acta Science Animal**. Maringá, v. 24, n. 4, p. 1031-1037, 2002.

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

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

JESUS, E. F.; CONTI, L. H. A.; TOMAZI, T.; MIGLIANO, M. E. D. A.; SILVA, L. F. P.; RENNÓ, F. P.; SANTOS, M. V. Intake, nutrient digestibility and milk yield of dairy cows fed urea and two levels of crude protein in diets with sugar cane. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 11, p. 4135-4142, 2012.

JONKER, J. S.; KOHN, R. A.; ERDMAN, R. A. Using Milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 81, n. 10, p. 2681-2692, 1998.

KITTESSA 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.

LANA, R. P. Efficiency of use of concentrate ration on weight gain and milk production by cattle under tropical pasture and intensive conditions in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 222. 2004. Supplement, 1.

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

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.

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.

LIMA, M. L. M.; MATTOS, W. R. S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros.

In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. [Anais...] Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 77-105.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.;
DESCREVER OS DEMAIS AUTORES Cana de açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1292-1302, 2004.

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.

MENA, H.; SANTOS, J. E. P.; HUBER, J. T. descrever os demais autores The effects of feeding varying amounts of gossypol from whole cottonseed and cottonseed meal in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 2231-2239, 2001.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F.D.; SOARES, C. A.; LANA, R. P.; QUEIROZ, A. C.; ASSIS, A. J.; PEREIRA, M. L. A. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 723-728, 2004a.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004b.

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.

MEYER, P. M.; MACHADO, P. F.; COLDEBELLA, A.; CASSOLI, L. D.; COELHO, K. O.; RODRIGUES, P. H. M. Fatores não-nutricionais e concentração de nitrogênio uréico no leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1114-1121, 2006. Suplemento.

MIRANDA, L. F.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; PEREIRA, E. S.; PAULINO, M. F.; LANA, R. P.; MIRANDA, J. R. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 614-620, 1999.

MOHAMED, O. E.; SATTER, L. D.; GRUMMER, R. R.; Influence of dietary cottonseed and soybeans on milk production and composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 12, p. 2677, 1988.

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.

NOCEK, J. E.; RUSSEL, J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, 1988.

NOFTSGER, S. M.; HOPKINS, B. A.; DIAZ, D. E. Effect of whole and expanded/expelled cottonseed on milk yield and blood gossypol. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2539-2547, 2000.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7. ed. Washinton, D.C.: National Academic Press, 2001. 381 p.

NUSSIO, L. G.; SCHIMIDT, P. Alternativas no uso da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 7., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia:CBNA, 2005. p. 299-323.

OLIVEIRA, M. D. S. **Cana de açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 1999. 128 p.

OWENS, D.; MCGEE, M.; BOLAND, T.; O’KIELY, P.. Intake, rumen fermentation and nutrient flow to the omasum in beef cattle fed grass silage fortified with sucrose and/or supplemented with concentrate. **Animal Feed Science Technol.** v. 144, p. 23-43, 2008.

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, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R.; 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**. v. 25, n. 4, p. 750-762, 1996.

PEREIRA, E. S.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F. 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, J. C.; CUNHA, D. N. F. V.; CECON, P. R.; FARIA, E. S. Comportamento Ingestivo e taxa de passagem de partículas em novilhas leiteiras de diferentes grupos genéticos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 2134-2142, 2007.

PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1552-1559, 2006a.

PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. 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.; 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.

PRIETO, J. G.; DEPETERS, E. J.; ROBINSON, P. H. Increasing dietary levels of cracked Pima cottonseed increase plasma gossypol but do not influence productive performance of lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 254-267, 2003.

RENNÓ, F. P.; PEREIRA, J. C.; LEITE, C. A. M. Eficiência bioeconômica de vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação e estratégias de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 765-772, 2008.

RENNÓ, F. P.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; GANDRA, J. F. R.; BARLETTA, R. V.; NAVES, A. B.; GAMEIRO, A. H.; VERDURICO, L. C. Grão de soja na alimentação de vacas leiteiras. In: SANTOS, M. V.; RENNO, F. P.; SILVA, L. F. P.; ALBUQUERQUE, R. **Novos Desafios da Pesquisa em Nutrição e Produção Animal**. Pirassununga: Ed. 5D, 2009. v. 1, p. 191-214.

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.

RODRIGUES, A. A. Potencial e limitações de dietas a base de cana-de-açúcar e uréia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE

NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p. 65-75.

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

SANTOS, J. E.; AMSTALDEN, M. Effects of nutrition on bovine reproduction. **Arquivos da Sociedade Brasileira de Veterinária**, Atibaia, v. 26, p. 19-89, 1998.

SANTOS, F. L.; LANA, R. P.; SILVA, M. T. C.; LANA, R. P.; BRANDÃO, S. C. C.; VARGAS, L. H.; ABREU, L. R. produção e composição do leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1376-1380, 2001.

SANTOS, F.A.P. Nutrição Proteica de Bovinos. **In: Apostilas do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ**. 2005.

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

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para o controle da mastite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri: Manole, 2006. 314 p.

SILVESTRE R.; HOVELL, F. D. Growth of fattening cattle given chopped sugar cane supplemented with different levels of wheat bran. **Tropical Animal Production**, v. 3, n. 2, p. 148- 151, 1978.

SOUSA, D. P.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P.; SEDIYAMA, C. A. Z.; MENDES NETO, J. Comportamento ingestivo, consumo e digestibilidade de nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com caroço de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 2053-2062, 2009.

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

VALADARES FILHO, S. Exigências nutricionais de gado de leite. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária, UFMG, 2002.

- VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 329 p
- 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.; MASON, V. C. The influence of the maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 32, n. 1-3, p. 45-53, 1994.
- VASCONCELOS, A. M.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; DIAS, M.; MORAIS, D. A. E. F. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 425-433, 2010.
- 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.
- VILELA, D. Cadeia produtiva de bovinos de leite e estratégias para produção sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **A produção animal e a segurança alimentar: anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. p. 1-18.
- WANG, C et al. Effect of level of metabolizable protein on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 90:2960, 2007.