



**NÍVEIS CRESCENTES DE PROTEÍNA BRUTA NA
DIETA DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM
CANA-DE-AÇÚCAR**

CARLA FABRÍCIA DE ARAUJO CORDEIRO

2006

CARLA FABRÍCIA DE ARAUJO CORDEIRO

**NÍVEIS CRESCENTES DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA DE VACAS
LEITEIRAS ALIMENTADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora:
Mara Lúcia Albuquerque Pereira

Co-orientadores:
Cristina Mattos Veloso
Fabiano Ferreira da Silva

**ITAPETINGA
BAHIA - BRASIL
2006**

636.085 Cordeiro, Carla Fabrícia de Araújo
C818t Teores crescentes de proteína bruta na dieta de vacas em lactação, alimentadas com cana-de-açúcar e concentrados./ Carla Fabrícia de Araújo Cordeiro. – Itapetinga, BA: UESB, 2006.
42p.il.

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - *Campus* de Itapetinga. Sob a orientação da Prof^a. DSc. Mara Lúcia Albuquerque Pereira e como co-orientadora Prof^a. DSc. Cristina Mattos Veloso e Prof. DSc. Fabiano Ferreira da Silva.

1. Vacas leiteiras – Alimentação 2. Nutrição animal – Cana-de-açúcar 3. Leite – Produção I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Pereira, Mara Lúcia Albuquerque. III. Veloso, Cristina Mattos. IV. Silva, Fabiano Ferreira da. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Vacas leiteiras – Alimentação
2. Nutrição Animal – Cana-de-açúcar
3. Leite – Produção
4. Farelo de algodão – Digestibilidade

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

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Teores Crescentes de Proteína Bruta na Dieta de Vacas em Lactação Alimentadas com Cana-de-Açúcar e Concentrados”.


Autor(a): Carla Fabrícia de Araújo Cordeiro

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Mara Lúcia Albuquerque Pereira


Co-Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Cristina Mattos Veloso

Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva


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

Documento assinado digitalmente
 MARA LUCIA ALBUQUERQUE PEREIRA
Data: 11/04/2025 14:36:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Mara Lúcia Albuquerque Pereira, *D.Sc.*, UESB

Documento assinado digitalmente
 MAURO PEREIRA DE FIGUEIREDO
Data: 01/05/2025 07:45:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Mauro Pereira de Figueiredo, *D.Sc.*, UESB

Documento assinado digitalmente
 SORAIA VANESSA MATARAZZO
Data: 12/04/2025 10:28:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Pesquisadora Soraia Vanessa Matarazzo, *D.Sc.*,
(Instituto de Zootecnia-SP)

Data de realização; 28 de abril de 2006.

*A Deus, pelo auto-reconhecimento da minha imperfeição.
À memória de meu pai, como legado de força, coragem, dedicação e disciplina.
À minha família, mãe e irmãos, como honra a credibilidade em mim depositada.
A Jay, como prova de amor e cumplicidade.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela existência das pessoas de bom coração.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela oportunidade de realização do Curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Sudoeste da Bahia (FAPESB), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fazenda Jaíta, na pessoa de Paulo Lacerda, pela atenção e disponibilidade de recursos para esta pesquisa.

À Cooperativa Mista do Médio rio Pardo (COOPARDO), pelos recursos disponibilizados para esta pesquisa.

À professora Mara Lúcia Albuquerque Pereira, pela ilustre orientação, amizade e zelo.

Ao professor Sandro Mendonça, pelo apoio, pela amizade e pela atenção.

Aos membros da Banca Examinadora, professor Mauro Pereira de Figueiredo e Soraia Vanessa Matarazzo, pela atenção dispensada e pelas críticas apresentadas.

À professora Cristiane Leal, pela amizade e confiança.

À Viviane, secretária da Coordenação do Mestrado em Zootecnia, pela dedicação.

À minha família, pela credibilidade, incentivo, amor sincero e pelo exemplo de vida.

À memória de meu pai, por todos os seus legados.

À família do meu namorado e a ele, pela dedicação e pelo carinho de sempre.

À Carminha, Geraldo e Andreza, pela recepção acolhedora.

Aos amigos Luzianne, César, Sérgio, Paulo (Barrão), Márcio, Andréa, Paulo Valter, Gleidson, Mazzilli, Léo e Aracaju, pelo compartilhamento de idéias e ideais e pelos alegres momentos de convivência.

À Leda Miranda, pela dedicação e pelas “surras” de palavras que não me permitiram desistir desse sonho.

Às minhas amigas Karla e Dani, pelo amor fraternal de sempre.

A Givago Tenório, pela presença, mesmo que ausente.

Aos moradores do “Cortiço”, pela prazerosa vizinhança, em especial à “mamãe” Gal.

Aos colegas de Mestrado, Alexandre, Atlas, Caio, Evanete, Eliane, Fredson, Léozinho, Norivaldo, Paulo Ferraz, Pedro e Ronaldinho, pela saudosa convivência nessa jornada.

Aos funcionários da Fazenda Jaíta, Eduardo, Nila, Robson, Sônia, Jai, Bacó, Zenildo, Roberto, Marquinhos, Nilsinho e Manoel, pela companhia de todas as horas.

Aos estagiários do laboratório de Nutrição Animal de Vitória da Conquista, Carlindo, Pedro, Sandoval e à funcionária Vera, pela amizade e pelo auxílio.

Aos amigos conquistados no pensionato, Calila, Cheila, Erlane, Daniel, Júnior, Léo e Joninhas, pelas inesquecíveis lembranças.

Às vacas, Hemácia, Fifi, Elite, Hebe, Argentina, Broa, Mimosa e Bianca, pela concessão dos dados dessa pesquisa.

Aos cães, Sadan, Tigrão e, em especial, à Suzi, pela fidelidade e companhia.

Enfim, meus sinceros agradecimentos àqueles que contribuíram de forma positiva, direta ou indiretamente, na realização de mais um sonho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes da dieta, expressa na base da matéria seca	15
Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT), e cinzas, contidos nos concentrados e na cana-de-açúcar.....	15
Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), obtidos nas quatro dietas experimentais.....	15
Tabela 4 - Consumos médios diários da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro(FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão	19
Tabela 5 - Valores médios de coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos não-fibrosos (DCNF) e carboidratos totais (DCHOT), em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão	22
Tabela 6 - Médias dos tempos despendidos, em alimentação, ruminação e ócio em função dos níveis crescentes de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS) da dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão.....	23
Tabela 7 - Médias observadas, coeficiente de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão para consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), eficiência de alimentação da matéria seca (EAL) e FDN (EAL _{FDN}), eficiência de ruminação da MS (ERU) e FDN (ERU _{FDN}), tempo de mastigação total (TMT), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas (NMM _{nd}), número de mastigações por bolo ruminal (NMM _{nb}) e o tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB) das dietas experimentais.....	24
Tabela 8 - Produção de leite sem (PL) e com correção (PLG) para 3,5% de gordura, eficiência de utilização da MS (kg leite/kg MS consumida), eficiência de utilização de N (kg N-leite/kg N-ingerido), teores e quantidades de gordura (G), proteína bruta (PB) e lactose, sólidos totais e N-uréia do leite (NUL), em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão.....	25

Tabela 9 - Consumo de matéria seca e exigências nutricionais de proteína e energia preditos pelo NRC (2001), para vacas com 454kg, com produção média diária de 13kg de leite corrigida para 4,0% de gordura, aos 90 dias da lactação, e obtidos no presente experimento.....	27
Tabela 10 - Valores médios de consumo de compostos nitrogenados (CN) totais, excreções diárias de N na urina (N-urina), nas fezes (N-fecal) e no leite (N-leite), balanço de N (BN), coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão.....	28
Tabela 11 - Custos com alimentação, receita proveniente da venda do leite e margem bruta em função dos níveis crescentes de proteína bruta na dieta.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5 CONCLUSÃO	31
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

RESUMO

CORDEIRO, Carla Fabrícia de Araujo. **Níveis crescentes de proteína bruta na dieta de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar**. Itapetinga-BA: UESB, 2006. 34. (Dissertação – Mestrado em Ciência Animal, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

O estágio lactacional é fator determinante para o fornecimento de dietas para vacas leiteiras, principalmente em sua fase inicial. Portanto, quando se fornece uma ração completa a esta categoria animal, é indispensável a avaliação dos nutrientes nela contidos, uma vez que os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) têm influência no perfil produtivo destes animais em termos quantitativos e qualitativos. Dessa forma, diante da necessidade de gerar informações científicas em relação à influência das dietas sobre o desempenho de vacas lactantes, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de níveis crescentes de PB na MS total da dieta (11,5; 13,0; 14,5 e 16,0%) sobre os consumos e as digestibilidades aparentes totais de MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, CNF e CHOT, a produção e a composição do leite, o comportamento ingestivo e o balanço de compostos nitrogenados em vacas leiteiras no terço inicial da lactação. Utilizou-se concentrado à base de farelo de algodão e fubá de milho na proporção de 40% e cana-de-açúcar corrigida com 1% de uréia + sulfato de amônio (9:1) como volumoso na proporção de 60%. O presente trabalho, conduzido na fazenda Jaíta, no município de Macarani, foi constituído por quatro períodos experimentais com duração de quinze dias cada, sendo oito dias destinados à adaptação dos animais à dieta e sete dias para coleta de dados. Foram utilizadas oito vacas, manejadas em cochos individuais, distribuídas em dois quadrados latinos balanceados 4 X 4. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os consumos médios diários de MS, MO, PB, FDN e NDT, exceto para EE e CNF, à medida que os níveis de PB da dieta aumentaram. Para os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes não foram observados efeitos significativos ($P > 0,05$) dos níveis de proteína na dieta. A produção de leite com e sem correção para 3,5% de gordura (G) e seus componentes (G, PB e lactose), expressos em g/dia, apresentaram efeito linear crescente, enquanto a eficiência de utilização de N apresentou efeito linear negativo. A dieta com 16% de PB proporcionou valores numericamente maiores para consumo, produção e composição do leite, quando comparada às dietas com menores níveis de PB.

Palavras-chave: Desempenho animal, digestibilidade, farelo de algodão, fubá de milho

ABSTRACT

CORDEIRO, Carla Fabrícia de Araujo. **Increasing levels of crud protein in the diet of dairy cows fed with sugar-cane.** Itapetinga-BA: UESB, 2006. 34p. (Dissertation – Magister Scientiae in Animal Science, Concentration Area in Ruminants Production).*

The lactational stadium is determinative factor for the supply of diets for lactating cows, mainly in its initial phase. Therefore, when a complete ration is supplied to this animal category, it is indispensable the evaluation of the nutrients in the contained ones, a time that the texts of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), non-fibrous carbohydrates (NFC), total carbohydrates (TCHO) and total digestible nutrients (TDN) have influence in the productive profile of these animals in quantitative and qualitative terms. Of this form, ahead of the necessity to generate scientific information in relation to the influence of the diets on the performance of lactating cows, the objective of this work was to evaluate the effect of increasing levels of CP in the total DM of diet (11.5, 13.0, 14.5 and 16.0%) on the consumptions and the total apparent digestibilities of DM, OM, CP, EE, NDF, ADF, NFC and TCHO, the milk production and composition, the ingestive behavior and the nitrogen balance in lactating cows in early lactation. The total diet consisting of 60% of sugar cane corrected with 1% of urea + ammonium sulphate (9:1) and 40% of concentrated in the cotton meal and corn meal based. The present work, carried in the Jaíta farm, in the city of Macarani, was constituted by four experimental periods with duration of fifteen days each, being eight days destined to the adaptation of the animals to the diet and seven days for collection of data, using eight cows allocated individually, distributed in two balanced Latin squares 4 X 4. It had significant difference ($P < 0,05$) for the daily average intakes of DM, OM, CP, NDF and TND, except for EE and NFC, to the measure that the levels of PB of the diet had increased. For the average values of the coefficients of total apparent digestibilidade of the nutrients significant effect ($P > 0,05$) of the protein levels had not been observed in the diet. The milk production with and without correction for 3,5% of fat (F) and its components (F, CP and lactose), expresses in g/day, had presented increasing linear effect, while the efficiency of use of N presented negative linear effect. The diet with 16% of PB provided bigger values for intake and milk production and composition, when compared with the diets with lesser levels of PB.

Palavras-chave: Animal performance , corn meal , cotton meal, digestibility

NÍVEIS CRESCENTES DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR

1 INTRODUÇÃO

Dentre tantas particularidades que os ruminantes possuem em relação aos animais de estômago simples, pode-se dar ênfase à sua capacidade de aproveitar alimentos fibrosos devido a sua flora microbiana que permite a estes digerir celulose, carboidrato mais abundante na natureza e de grande essencialidade aos mesmos. Apesar de sua grande importância na alimentação de ruminantes, é preciso ter cautela quando a oferta de fibras é destinada para vacas em lactação.

No início da lactação, as exigências nutricionais não são completamente supridas, uma vez que a taxa de ingestão é reduzida, resultando num balanço energético negativo, que limitará a capacidade de suprimento das demandas energéticas, onde a vaca mobilizará suas reservas corporais para manutenção e produção. É também nessa fase inicial da lactação que a produção de leite atinge seu pico, tornando assim necessária a atenção máxima à dieta fornecida. Em comparação com a energia, a quantidade de proteína que pode ser mobilizada das reservas corporais por dia é muito limitada (máximo de 145 g), e a dieta é praticamente a única fonte de proteína para suprir as necessidades da vaca, sendo que a síntese microbiana no rúmen supre parte dessas proteínas (SILVA *et al.*, 2001). No entanto, a proteína dietética constitui a fonte que mais onera a produção, estando em torno de 60 a 70% dos custos.

A determinação do consumo de matéria seca (MS), além de determinar a quantidade de nutrientes disponíveis para a saúde e produção de um animal (NRC, 2001), se faz importante na formulação de dietas a fim de evitar super ou subfornecimento de nutrientes, que poderiam causar efeitos adversos à saúde dos animais ou ainda onerar seus custos.

É muito comum, mesmo em dias atuais, a observação de práticas de manejo inadequadas em criações leiteiras, onde não há preocupação em explorar o potencial genético dos animais, tampouco em dispor de um ambiente confortável e favorável à produção animal. Para alcançar respostas produtivas nessas criações é preciso recorrer a alternativas viáveis que permitam ao criador produzir a melhor custo, e não a menor custo, como se é de costume pensar. Portanto, quando se faz referência à Cadeia Produtiva do Leite, devem-se considerar os custos com alimentação, o potencial genético dos animais e a favorabilidade ambiental e climática sobre o desempenho dos mesmos.

Diversos trabalhos de pesquisa desaconselham a utilização de cana-de-açúcar para vacas de alta produção leiteira, como também ignoram sua utilização suplementada com fontes concentradas para vacas de baixa produção leiteira. De fato, os resultados relatados são insatisfatórios, onde os consumos de matéria seca são afetados negativamente, promovendo o declínio da produção. Entretanto, a fonte protéica para suplementação tem grande influência na obtenção desses resultados, uma vez que o uso de cana-de-açúcar na dieta requer adição de fonte não-nitrogenada para sua correção nutricional e de amido e proteína sobrepassantes no rúmen, que podem ser obtidas no fubá de milho e no farelo de algodão.

Em reconhecimento ao potencial forrageiro da cana-de-açúcar associado ao farelo de algodão e fubá de milho e buscando melhorar o perfil produtivo de vacas no início da lactação, desenvolveu-se o presente trabalho, que teve como objetivo precípua avaliar o consumo, a digestibilidade aparente total dos nutrientes, a produção e a composição do leite, o comportamento ingestivo e o balanço de compostos nitrogenados em vacas no terço inicial da lactação, alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta na dieta à base de cana-de-açúcar, fubá de milho e farelo de algodão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Muitos fatores podem afetar o consumo voluntário de matéria seca (MS) (NRC, 2001), que está em função, principalmente, do estágio fisiológico do animal, da limitação física do rúmen, da composição e do processamento da dieta. Illius e Jessop (1996) e Mertens (1994), citados pelo NRC (2001), se referem a *feedbacks* metabólicos como fatores que interferem na ingestão de MS, tendo em vista que o animal possui uma máxima capacidade produtiva e de absorção dos nutrientes ingeridos para satisfazer seus requerimentos e o excesso destes, principalmente de proteína e de energia, podem causar o *feedback* metabólico.

Os animais consomem alimentos em quantidades suficientes para alcançar seus requerimentos de manutenção e produção. No entanto, existem fatores físicos e fisiológicos capazes de interferir no consumo de MS. São considerados fatores físicos aqueles que limitam a ingestão por causar a repleção ruminal, em que a reduzida ingestão de MS, segundo confirmações de Mendonça *et al.* (2004c), pode também estar relacionada à baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN), bem como à taxa de passagem e ao tempo de retenção do alimento no rúmen. Fatores fisiológicos são aqueles capazes de regular o consumo em função do balanço energético da dieta, onde haverá limitação ingestiva sem que seja atingido o máximo consumo de matéria seca (CMS), o que pode ocorrer devido à alta digestibilidade da MS do alimento. A base para expressar o peso metabólico ou a porcentagem do peso corporal pode variar de indicação se o fator limitante da ingestão é energético ou devido ao enchimento (MERTENS, 1994). Conrad *et al.* (1964) observaram que dietas com mais de 66% de digestibilidade da MS promovem a inibição do consumo de MS por controle fisiológico, enquanto que Mertens (1994) observou inibição do consumo de MS por controle físico quando a ingestão diária de FDN superasse 11 a 13 g/kg do peso corporal.

Valadares *et al.* (1997) 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. Trabalhando com níveis crescentes (7,0; 9,5; 12,0 e 14,5%) de proteína bruta (PB) na base da MS, em novilhos fistulados no rúmen, no abomaso e no íleo, alimentados com feno de capim elefante, fubá de milho e farelo de soja, os mesmos autores observaram que os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHOT) e fibra em detergente neutro (FDN) aumentaram linearmente com o aumento do percentual de PB na dieta. Robinson e Forbes (1970), em experimentos de ganho de peso e

balanço de nitrogênio, utilizando ovinos alimentados com dietas que variavam de 7,3 a 23,06% de PB, verificaram a redução do consumo dos alimentos devido ao baixo teor de PB na dieta.

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 (SILVA e LEÃO, 1979). Em citação dos mesmos autores, o National Academy of Sciences (NAS, 1971) não recomenda aumentar as exigências por quilo de leite de acordo com o nível de produção, mas recomenda um acréscimo de 3% para cada 10 kg de leite produzido acima de 20 kg.

De acordo com Silva e Leão (1979), existe uma relação inversa entre a exigência de utilização da proteína e a ingestão de proteína, onde 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 ração. 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 protéicas do corpo e de reações irreversíveis de compostos nitrogenados simples; e exógena, que varia de acordo com a quantidade e qualidade de proteína ingerida (SILVA e LEÃO, 1979). Assim, a proteína requerida para lactação é 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 em função da eficiente utilização dos nutrientes do leite. Dietas contendo grandes quantidades de concentrado tendem a elevar o teor protéico e a produção de leite. Da mesma forma, dietas com elevado teor de fibra tende a elevar o teor de gordura do leite e reduzir sua produção. Com isso, ocorre diminuição da relação acetato:propionato devido a redução do pH quando da elevada quantidade de concentrado na dieta, que favorecerá a produção de propionato, prejudicando a ação das bactérias fibrolíticas, produtoras de acetato, o principal precursor da gordura do leite.

Pereira *et al.* (2005), realizaram trabalho com níveis crescentes de PB de 12,7; 14,1; 15,5 e 16,9% na MS, para vacas no terço inicial da lactação, alimentadas com silagem de milho e concentrado à base de fubá de milho e farelo de soja, e não observaram alterações na produção e na composição do leite em função dos níveis de PB da dieta. No entanto, Silva *et al.* (2001) observaram decréscimo na produção e no teor de gordura do leite com a elevação dos teores de nitrogênio não-protéico (NNP) em 0; 0,7; 1,4 e 2,1% nas dietas isoprotéicas contendo os mesmos ingredientes na dieta do experimento supracitado, onde essas reduções podem estar associadas às menores ingestões de MS e MO, assim como à menor utilização da fibra dietética.

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, além disso, a cana apresenta

fibra de baixa digestibilidade, o que compromete o crescimento de bactérias fibrolíticas. Em virtude disso, faz-se necessária a adição de uma fonte de PNDR nessas dietas (LENG, 1988 *apud* LIMA e MATTOS, 1993). Geralmente, as fontes de origem vegetal são superiores às fontes de origem animal, exatamente por apresentarem amido e proteína sobrepassantes associados, como o farelo de arroz (BORGES e PEREIRA, 2003), grãos de soja e sementes integrais de algodão, que se apresentam semelhantes ou ligeiramente inferiores aos farelos dos mesmos (LIMA e MATTOS, 1993).

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 (LIMA e MATTOS, 1993). No entanto, a grande quantidade de carboidratos solúveis em sua composição faz com que seja necessária a adição de uma fonte de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) para favorecer a produção de proteína microbiana neste compartimento. Além disso, tem sido relatada a necessidade de se fornecer uma fonte de proteína não-degradável no rúmen (PNDR), tendo em vista que a cana-de-açúcar interfere na produção ruminal de proteína microbiana. Essa fonte de PNDR pode ser obtida por fontes de origem vegetal, como o farelo de algodão.

De acordo com o AGRIANUAL (2001), a cultura algodoeira tem um alto potencial de rentabilidade, sendo, entre as culturas analisadas, a única que pode proporcionar Taxa Interna de Retorno (TIR) em grande escala, recuperando o investimento na cultura num período próximo de cinco anos. Devido aos seus fatores de rentabilidade (alto valor do produto final, teor de fibra, facilidade de estocagem e possibilidade de verticalização da produção na própria fazenda), os estados das regiões Centro-Oeste e Nordeste estão criando condições de infra-estrutura e tributação para o desenvolvimento da cotonicultura.

Na Bahia, mais especificamente na região de Barreiras, o governo estadual vem incentivando a cultura do algodão, prometendo expandir a área cultivada, estimando uma área plantada em 2000/01 de 50 mil hectares e produção parcial até agosto de 2000 de 130.333 toneladas de algodão herbáceo em caroço. Este aumento de produção, principalmente no Nordeste, deve-se às boas condições climáticas da região, garantindo boa rentabilidade ao produtor e viabilizando o emprego de seus subprodutos na alimentação animal.

Diante do exposto, objetivo do presente projeto foi avaliar o consumo, a digestibilidade aparente total dos nutrientes, a produção e composição do leite, o comportamento ingestivo e o balanço de compostos nitrogenados em vacas lactantes, alimentadas com níveis crescentes de PB na dieta à base de cana-de-açúcar, farelo de algodão e fubá de milho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Jaíta, no município de Macarani-BA, no período de maio a agosto de 2005, com registro de pluviosidade média anual, compreendido de agosto de 1997 a agosto de 2005, de 841,89 mm. Foram utilizadas oito vacas leiteiras, mestiças lactantes, com peso médio de 400 kg e produção média de leite de 15,0 kg ao início do experimento, distribuídas em dois quadrados latinos (QL) balanceados 4 x 4, observando-se média ao início do experimento, para os QL 1 e 2, de 46 e 54 dias de lactação, respectivamente.

Os tratamentos foram constituídos de quatro níveis de PB na MS total da dieta: 11,5; 13,0; 14,5 e 16,0%. O concentrado foi constituído de farelo de algodão e fubá de milho e utilizado na proporção de 40% na base da matéria seca (MS) total da dieta. Como volumoso foi utilizada a cana-de-açúcar (1% de uréia e sulfato de amônio na relação 9:1, na base da matéria natural) na proporção de 60% com base na MS da dieta. As proporções dos ingredientes nas rações concentradas estão disponíveis na Tabela 1. A composição químico-bromatológica dos concentrados e da cana-de-açúcar está apresentada na Tabela 2 e a composição das dietas totais, na Tabela 3.

O experimento foi constituído de quatro períodos experimentais, com duração de 15 dias cada, sendo os primeiros sete dias de adaptação e os demais reservados para coletas.

Os animais permaneceram em baias individuais, onde receberam o alimento na forma de mistura completa *ad libitum*, duas vezes ao dia, após as ordenhas da manhã e da tarde, de modo a permitir 5 a 10% de sobras. O peso dos animais foi calculado pela média dos pesos ao início e final de cada período experimental e os consumos diários foram determinados pela diferença entre a dieta total oferecida e as sobras, que foram coletadas e pesadas duas vezes ao dia (manhã e tarde).

Semanalmente, foram coletadas amostras da cana-de-açúcar para determinação da MS para o ajuste da relação volumoso: concentrado da dieta. Para as amostras do alimento oferecido (cana-de-açúcar e concentrado) e das sobras, as coletas foram realizadas do 8^o ao 15^o dia, e para as fezes, coletas foram feitas, diretamente da ampola retal, duas vezes em cada período experimental, uma às 8:00 h do 9^o dia e a outra às 15:00 h do 15^o dia, de acordo com Vagnoni *et al.* (1997). Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20°C.

Ao término do período de coletas, as amostras de alimentos sobras e fezes foram descongeladas, pré-secas em estufa de ventilação forçada de 55 a 60°C durante 72 a 96 horas e, posteriormente, moídas em moinho de facas com peneira de 1mm. Logo após, foram feitas amostras compostas com base no peso seco por animal em cada período experimental e

armazenadas para as análises bromatológicas, seguindo os procedimentos descritos em Silva e Queiroz (2005).

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes da dieta, expressa na base da matéria seca

Ingrediente	Dieta (% de PB na MS)			
	11,5	13,0	14,5	16,0
Fubá de milho	89,31	77,34	65,61	54,01
Farelo de algodão	6,33	18,28	30,17	42,06
Calcário calcítico	0,79	0,92	0,98	1,08
Fosfato bicálcico	1,66	1,56	1,36	1,00
Sal	0,37	0,35	0,33	0,31
Flor de enxofre	0,09	0,09	0,08	0,08
Mistura mineral ¹	1,46	1,47	1,47	1,47
Total	100	100	100	100

¹Quantidade por kg do produto (cálcio 120 g, iodo 75 mg, fósforo 88 g, manganês 1300 mg, sódio 126 g, selênio 15 mg, enxofre 12 g, zinco 3630 mg, cobalto 55,5 g, flúor 880 mg, cobre 1530 mg, veículo q.s.q. 1000 mg, ferro 1800 mg)

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT), e cinzas, contidos nos concentrados e na cana-de-açúcar

Item (% da MS)	Concentrados				1% de cana + uréia
	R1	R2	R3	R4	S/A (9:1)
MS	86,5	85,7	85,4	84,9	24,6
MO	93,86	93,18	92,64	92,15	97,47
PB	11,22	15,97	19,51	23,42	11,36
EE	3,31	3,51	3,27	2,26	1,09
FDN	11,84	12,04	14,59	15,00	47,20
FDA	4,13	5,16	6,84	8,18	26,85
CNF	65,94	58,46	51,16	45,19	36,75
CHOT	77,78	70,50	65,75	60,19	83,95
Cinzas	6,14	6,82	7,36	7,85	2,53

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), obtidos nas quatro dietas experimentais

Item	Dieta (% de PB na MS)			
	11,5	13,0	14,5	16,0
MS	49,36	49,04	48,92	48,72
MO	96,02	95,75	95,54	95,34
PB	11,31	13,21	14,62	16,19
EE	1,97	2,05	1,96	1,55
FDN	33,06	33,14	34,16	34,32
FDA	17,76	18,17	18,85	19,38
CNF	48,43	45,44	42,52	40,13
CHOT	81,48	78,57	76,67	74,45
NDT	69,49	67,85	68,59	68,05

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes foi utilizada a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno, obtida após 144 h de incubação ruminal dos alimentos, sobras e fezes, utilizando sacos da Ankon® (*filter bag* F57) (COCHRAN *et al.*, 1986). Após o período de incubação, os sacos foram retirados dos animais por meio de fístula ruminal e imediatamente lavados em água corrente até a mesma se apresentar totalmente límpida. Todos os sacos foram submetidos à fervura em detergente ácido durante uma hora.

As análises de MS, cinzas e compostos nitrogenados totais (N) nos alimentos, nas sobras e nas fezes foram realizadas conforme procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2005). Para as análises de EE pesou-se 1,5 grama para as amostras de cana, sobras e fezes e 2,0 gramas para amostras das rações concentradas, as quais foram embrulhadas em guardanapos de papel seda (14,0 cm x 14,0 cm) na forma de cartuchos, com suas extremidades sendo posteriormente grampeadas e levadas à estufa de ventilação forçada de ar a 55°C pelo período de 12 horas, sendo colocadas em dessecador até atingir temperatura ambiente e posteriormente pesadas. Em média, 10 cartuchos foram colocados em conexões extratoras fracionadas Soxlet permanecendo sob aquecimento por cinco horas para possível extração da gordura dos mesmos com éter de petróleo, para os concentrados, e éter etílico para as demais amostras, adicionando-se, aproximadamente, 30 mL de éter por cartucho, colocados em balões redondos de fundo chato capacidade para 500 mL. Após a extração, os cartuchos foram novamente levados à estufa de ventilação forçada de ar a 55°C pelo período de 12 horas. A determinação da gordura foi obtida por diferença entre os pesos dos cartuchos antes e após a extração e depois corrigida para matéria seca. Foram feitas modificações da metodologia padrão, descrita por Silva e Queiroz (2005) para a realização das análises de FDN e FDA. Para isso, foi realizada uma validação a fim de se comparar os resultados das análises realizadas em autoclave e em bloco digestor. Não foi observada diferença entre os métodos analisados, comprovando a eficácia do uso da autoclave por ser prático e menos moroso. A metodologia empregada na utilização da autoclave, onde se processaram as análises de FDN e FDA, foi descrita por Bier (1982), enquanto que os procedimentos da análise seguiram a metodologia de Pell e Schofield (1993), com adaptações, adicionando-se 50 mL da solução de detergente neutro ou ácido, de acordo com a análise em andamento, a 0,5 g da amostra (alimentos, sobras e fezes). Para realização das análises de FDN com alto teor de amido, seguiu-se a metodologia de Silva e Queiroz (2005), adaptada, incubando-se 0,5 g da amostra em 8 mL de uréia 8M à temperatura de 80 a 90°C por cinco minutos, seguindo-se, após, os procedimentos já descritos. A percentagem de CHOT foi obtida por: $100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$. A percentagem CNF foi calculada como $CHOT - FDN$ e, para o cálculo de nutrientes digestíveis totais (NDT), utilizou-se a equação proposta pelo NRC (2001): $NDT = PBD + EED \times 2,25 + FDND + CNFD$, em que PBD, EED e CNFD, representam os nutrientes digestíveis.

Amostras de 3 gramas de cana-de-açúcar, moída em moinho de facas com peneira de 5 mm, pré-seca em estufa a 60°C, e 5 gramas do fubá de milho e do farelo de algodão moídas a 2 mm, foram colocadas em sacos de náilon de 6 x 10 cm e com 56 µm de porosidade para a determinação das degradabilidades ruminais da MS e PB. Foram utilizados dois animais fistulados no rúmen, alimentados com o mesmo concentrado experimental. Foram utilizados 9 tempos de incubação (0, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 e 96 h) com 2 sacos para cada tempo/ animal. Antes e após a incubação, os sacos foram pesados para determinação de MS e seguiu-se a análise do N total. As equações, para estimar os parâmetros da degradabilidade, foram ajustadas ao modelo não linear usando o método iterativo de Gauss-Newton, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 1999).

Os coeficientes a, b e Kd para determinação da degradabilidade da MS e PB foram obtidos da seguinte equação: degradação de MS ou PB = $a + b(1 - e^{-Kdt})$, onde a = fração solúvel; b = fração insolúvel potencialmente degradável; e Kd = taxa de degradação da fração b no tempo t. A degradabilidade efetiva da PB foi calculada usando a equação $PDR = a + (b \times Kd) / (Kd + Kp)$ onde Kp = taxa de passagem (ORSKOV e McDONALD, 1979). O conteúdo de PNDR foi calculado como 100 – PDR.

A taxa de passagem foi calculada de acordo com o NRC (2001), utilizando as seguintes equações: $Kp_{\text{cana-de-açúcar}} = 3,054 + 0,614 \times CMS$ e $Kp_{\text{concentrado}} = 2,904 + 1,375 \times CMS - 0,020 \times \% \text{ do concentrado na dieta}$, onde CMS é o consumo de MS expresso em %PC.

A produção de leite foi avaliada do 8º ao 15º dia de cada período experimental. Amostras de leite da 1ª e 2ª ordenhas do 11º dia foram coletadas e compostas por animal para determinação dos componentes do leite. As amostras compostas foram obtidas pela mistura proporcional à produção de leite da manhã e da tarde, conforme adotado por Pereira *et al.* (2005). As análises qualitativas do leite foram realizadas no Laboratório de Fisiologia da Lactação da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Piracicaba/SP. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLG), pela equação citada por Sklan *et al.* (1992): $PLG = (0,432 + 0,1625 \times G) \times \text{kg de leite}$, em que G = % de gordura do leite.

A creatinina foi determinada na urina, usando *kits* comerciais (Doles®). O volume diário de urina foi estimado dividindo-se a excreção diária média de creatinina pela concentração de creatinina (mg/L) na amostra *spot* de urina. A excreção média diária de creatinina utilizada, expressa em mg/kg/PC, foi de 24,31.

A eficiência alimentar foi computada para cada vaca, dividindo-se a produção média de leite pela ingestão média de MS de cada período experimental (VALADARES FILHO *et al.*, 2000). Da mesma forma foi procedido para o cálculo da eficiência de utilização de N, dividindo-se o N-total médio do leite pela ingestão média de N-total da dieta (BRODERICK, 2003).

Para avaliação do comportamento ingestivo, os animais foram observados no 13º dia de cada período experimental, com observação a cada 10 minutos dentro de 24 horas, para determinar o tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio. No dia seguinte, foi realizada a contagem do número de mastigações meréricas e tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, com a utilização de cronômetro digital. Para essa avaliação foram feitas observações de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (10 – 12; 14 – 16 e 19 – 21 horas), medindo-se a média do número de mastigações meréricas e o tempo gasto por bolo ruminal. No período noturno, os animais sob observação foram mantidos em iluminação artificial. A metodologia adotada para avaliar o comportamento ingestivo das vacas foi a mesma empregada por Mendonça *et al.* (2004b). Para obtenção da eficiência alimentar, da eficiência de ruminação, do número de bolos fecais por dia, do tempo de mastigação total por dia e do número de mastigações meréricas por dia, foi adotada a metodologia empregada por Büger *et al.* (2000). Os dados colhidos foram submetidos à análise de variância e testes de médias ao nível de 5% de significância.

Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV, 1999). Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação (R^2) e a significância observada por meio do teste F, a 5% de probabilidade.

As variáveis foram analisadas segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (P/Q)_{ik} + (V/Q)_{il} + Q \times T_{ij} + e_{ijkl}; \text{ em que:}$$

Y_{ijkl} = observação na vaca l, no período k, submetida ao tratamento j, no quadrado latino i;

μ = efeito geral da média;

Q_i = efeito do quadrado latino i, sendo $i = 1, 2$;

T_j = efeito do tratamento j, sendo $j = 1, 2, 3, 4$;

$(P/Q)_{ik}$ = efeito do período k, dentro do quadrado latino i, sendo $k = 1, 2, 3, 4$;

$(V/Q)_{il}$ = efeito da vaca l, dentro do quadrado latino i, sendo $l = 1, 2, 3, 4$;

$Q \times T_{ij}$ = efeito da interação entre quadrado latino i x tratamento j;

e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação, pressuposto NID $(0, \sigma^2)$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontram-se na Tabela 4 os consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro(FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em kg/dia, consumos médios diários da MS e da FDN em função do peso corporal e consumo médio diário da MS expresso em $g/kg^{0,75}$, em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV) e probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão.

Tabela 4 - Consumos médios diários da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro(FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão

Item	Dieta (% de PB na MS)				CV	P	
	11,5	13,0	14,5	16,0		L	Q
	Consumo (kg/dia)						
MS	9,30	10,71	11,24	11,89	10,459	0,0016 ¹	n.s.
MO	8,93	10,25	10,74	11,33	10,501	0,0021 ²	n.s.
PB	1,09	1,46	1,70	1,99	10,226	0,0000 ³	n.s.
EE	0,18	0,21	0,22	0,22	9,950	n.s.	n.s.
FDN	2,76	3,26	3,63	3,90	11,903	0,0002 ⁴	n.s.
FDA	1,52	1,83	1,99	2,20	11,159	0,0000 ⁵	n.s.
CNF	4,91	5,33	5,19	5,22	10,103	n.s.	n.s.
CHOT	7,66	8,58	8,82	9,11	10,720	0,0224 ⁶	n.s.
NDT	6,45	7,36	7,79	8,20	11,061	0,0019 ⁷	n.s.
	Consumo (%PC)						
MS	2,35	2,7	2,85	2,99		0,0001 ⁸	n.s.
FDN	0,69	0,82	0,92	0,98		0,0000 ⁹	n.s.
	Consumo ($g/kg^{0,75}$)						
MS	104,77	120,44	126,77	133,41		0,0001 ¹⁰	n.s.

n.s.: não significativo ($P > 0,05$)

$$^1\hat{Y} = 3,1975 + 0,5518X \quad (r^2 = 0,95);$$

$$^2\hat{Y} = 3,2659 + 0,5124X \quad (r^2 = 0,94)$$

$$^3\hat{Y} = -1,1311 + 0,1954X \quad (r^2 = 0,99)$$

$$^4\hat{Y} = -0,1189 + 0,2550X \quad (r^2 = 0,98)$$

$$^5\hat{Y} = -0,1270 + 0,1462X \quad (r^2 = 0,98)$$

$$^6\hat{Y} = 4,3149 + 0,3077X \quad (r^2 = 0,89)$$

$$^7\hat{Y} = 2,2370 + 0,3791X \quad (r^2 = 0,96)$$

$$^8\hat{Y} = 0,8328 + 0,1376X \quad (r^2 = 0,94)$$

$$^9\hat{Y} = -0,0362 + 0,0647X \quad (r^2 = 0,98)$$

$$^{10}\hat{Y} = 36,7680 + 6,1512X \quad (r^2 = 0,94)$$

A variação de peso dos animais dentro dos tratamentos foi negativa para as dietas contendo 11,5; 13,0 e 14,5% de PB e positiva para a dieta com 16% de PB, com valores de -1,53; -0,20; -0,03 e 0,50, respectivamente. Entretanto, podemos observar que, no presente estudo, os pesos médios dos animais por tratamento (11,5; 13,0; 14,5 e 16,0% de PB na MS da dieta) ao início e final dos períodos experimentais (403,13 e 380,25; 400,13 kg e 397,19; 397,25 e 396,88; 396,75 e 404,31 kg, respectivamente) mostram que a dieta contendo 16% de PB foi aquela que sempre iniciou os períodos experimentais com os animais apresentando menores pesos corporais e que ainda proporcionou maior ganho de peso diário, provavelmente, devido ao maior consumo de MS observado neste tratamento.

Geralmente ocorre aumento de consumo com a elevação do PC, o que indica ser mais conveniente expressar o consumo em função do PC. Entretanto, conforme Mertens (1994), a base para expressar em função do peso metabólico ou porcentagem do PC depende se a limitação da ingestão foi decorrente de fator energético ou de enchimento. No presente experimento, verificou-se digestibilidade aparente total da MS superior a 66% para todas as dietas experimentais e variação de 48,43; 45,44; 42,52 e 40,13% no teor de CNF para as dietas com 11,5; 13,0; 14,5 e 16,0% de PB, respectivamente, podendo levar à interpretação de que a limitação do consumo fosse fisiológica. Por outro lado, o modelo “FDN-consumo de energia”, citado por Mertens (1994), prevê que a ingestão seja limitada pelo enchimento quando o consumo diário de FDN for maior que 11 a 13 g/kg do PC. Nesse experimento, o consumo de FDN situou-se abaixo da capacidade ótima do consumo de fibra, pois variou de 6,9 a 9,8 g/kgPC. Os resultados indicam que os menores valores de consumo dos animais estejam relacionados à baixa digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar associada ao alto teor de carboidratos fermentáveis nas dietas contendo menores teores de PB. Esse fato pode explicar as semelhanças nas respostas de consumo expressas em kg/dia, %PC e g/kg^{0,75}. Dessa forma, o aumento dos consumos de MS obtido com a elevação da PB das dietas parece não estar relacionado ao peso corporal e ao tamanho metabólico.

A baixa degradação da cana no rúmen implica em limitação da taxa de passagem ruminal e, conseqüentemente, em baixo consumo. Orskov e Hovell (1978) mostraram 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.

Há vários trabalhos relatando a influência negativa da cana-de-açúcar como volumoso parcial ou total sobre os consumos de MS, nas dietas de vacas leiteiras, destacando como principal limitação a baixa digestibilidade de sua fibra, apesar do menor teor em FDN médio em relação à silagem de milho, 47 contra 60% (VALADARES FILHO *et al.*, 2002)

Vilela *et al.* (2003), trabalhando com vacas 5/8 Holandês-Gir, com média de produção de 8 kg/dia, testou quatro tratamentos contendo em torno de 12,5% de PB, consistindo de diferentes suplementos para a cana-de-açúcar (uréia; uréia e farelo de algodão; uréia e milho

grão moído; uréia e farelo de trigo) e 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 por Vilela *et al.* (2003), que foi 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 num melhor crescimento microbiano e resultando em maior consumo de MS. Pereira, E. *et al.* (2000) verificaram que o farelo de algodão apresentou cerca de 72,48% do seu conteúdo protéico, como frações de degradação intermediária a lenta, podendo ser utilizado para proporcionar maior aporte de nitrogênio no intestino.

As características dos alimentos dietéticos influenciaram diretamente nesses resultados. A cana-de-açúcar, por apresentar grande quantidade de carboidratos facilmente fermentáveis, necessita de fontes de amido e proteína sobrepassantes a fim de que haja maximização do aproveitamento desses nutrientes no intestino. Dessa forma, o milho e o algodão contribuíram positivamente quando da inclusão na dieta. Preston e Leng (1984) classificaram o milho e o algodão dentro de uma escala de 0 a 5 em função do fornecimento de proteína e amido sobrepassantes e atribuíram ao milho níveis de 1 e 5 e ao farelo de algodão, 5 e 4, respectivamente.

De fato, os resultados observados no presente experimento corroboram essas afirmações e mostram que a substituição do milho pelo farelo de algodão, para obtenção de maiores teores de PB nas dietas, contribuiu para o aumento do consumo de MS. Não se observou diferença significativa para o consumo de CNF, enquanto o consumo de FDN mostrou variação linear positiva, que pode estar relacionada com o aumento da fração insolúvel potencialmente degradável da FDN (76,33%, em média) proveniente do farelo de algodão das dietas com maiores teores de PB (VALADARES *et al.*, 2002). Mesmo com redução dos teores de CHOT nas dietas, seu consumo aumentou de acordo com os níveis crescentes de PB, o que pode ser explicado pelo aumento da ingestão de FDN e não em função dos teores de CNF. O efeito linear crescente foi também constatado para os consumos de MO, PB e NDT, o mesmo observado por Pereira (2003) e Vilela *et al.* (2003).

De acordo com Conrad *et al.* (1964), em dietas com digestibilidade da MS variando de 52 a 66%, o consumo de MS está diretamente relacionado ao peso corporal (PC), ao resíduo indigestível e à digestibilidade da MS e, em dietas com digestibilidade de 67 a 80%, ao peso metabólico, à produção e digestibilidade.

Os valores médios de coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos não-fibrosos (DCNF) e carboidratos totais (DCHOT), em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV) e probabilidades

(P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores médios de coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos não-fibrosos (DCNF) e carboidratos totais (DCHOT), em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão

Item	Dieta (% de PB na MS)				CV	P	
	11,5	13,0	14,5	16,0		L	Q
DMS	69,39	68,40	69,27	68,99	6,145	n.s.	n.s.
DMO	70,95	69,46	70,39	70,00	6,038	n.s.	n.s.
DPB	64,74	67,88	69,45	71,52	12,789	n.s.	n.s.
DEE	52,96	50,66	53,61	52,78	17,836	n.s.	n.s.
DFDN	33,38	31,58	37,97	37,68	19,299	n.s.	n.s.
DCNF	93,40	93,63	93,95	94,26	4,045	n.s.	n.s.
DCHOT	71,63	69,30	69,92	68,79	5,900	n.s.	n.s.

n.s.: não significativo (P>0,05)

Mesmo havendo aumento significativo nos consumos de MS, MO e FDN, não foram observadas interferências nos coeficientes de digestibilidade desses nutrientes, que apresentaram valores semelhantes (P>0,05) entre as dietas. Apesar da DPB não ter apresentado regressão significativa, pode-se observar que o valor de 71,52% obtido para a dieta contendo 16,0% de PB é superior ao valor de 64,74% observado para a dieta com 11,5% de PB. Os dados observados para as digestibilidades da MS, MO, PB e FDN para as dietas com 14,5 e 16,0% de PB foram semelhantes aos resultados obtidos por Mendonça *et al.* (2004c) e Costa *et al.* (2005), ao utilizarem dietas constituídas por 60% de cana-de-açúcar e 40% de concentrado à base de fubá de milho e farelo de soja, contendo, respectivamente, 15,3 e 14,5% de PB (67,0; 68,7; 69,5; 30,5% e 65,82; 67,81; 62,74; 33,83%).

Não houve significância (P>0,05) para os coeficientes de digestibilidade dos CNF, como também observado por Vilela *et al.* (2003), provavelmente devido a elevada quantidade de carboidratos solúveis da cana-de-açúcar.

A digestibilidade média da MS no presente experimento foi de 69,0%, 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.

As médias dos tempos despendidos com alimentação, ruminação e ócio estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Médias dos tempos despendidos, em alimentação, ruminação e ócio em função dos níveis crescentes de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS) da dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão

Atividades (h/dia)	Dieta (% de PB na MS)				CV	P	
	11,5	13	14,5	16		L	Q
Alimentação	5,66	5,96	6,26	6,45	9,192	0,025 ¹	n.s.
Ruminação	8,59	8,61	8,80	9,40	7,793	0,041 ²	n.s.
Ócio	9,78	9,45	8,90	8,14	11,318	0,002 ³	n.s.

n.s.: não significativo (P>0,05)

¹Ŷ = 3,6437 + 0,1775X (r² = 0,98);

²Ŷ = 6,4437 + 0,1750X (r² = 0,80);

³Ŷ = 14,0729 - 0,3642X (r² = 0,96)

Observou-se efeito linear crescente (P<0,05) para os tempos despendidos com alimentação e ruminação e linear decrescente (P<0,05) para ócio em função dos níveis crescentes de PB na dieta.

Mendonça *et al.* (2004b) trabalhando com vacas lactantes, não encontraram diferença para os tempos médios gastos com alimentação e ruminação entre as dietas contendo em média 15,3% de PB na MS, à base de 60% de silagem de milho e de 60 e 50% de cana-de-açúcar, que consistiram, respectivamente, de 5,01; 4,36 e 4,16 horas/dia para alimentação e de 8,41; 7,76 e 7,71 horas/dia para ruminação. Estes valores são inferiores, enquanto os tempos médios gastos em ócio dos animais foram superiores (10,58; 11,88 e 12,13 horas/dia, respectivamente) aos observados no presente experimento.

Sousa *et al.* (2003), utilizando dietas com 15% de PB, tendo como volumoso cana-de-açúcar ou silagem de milho na proporção de 60%, observaram médias para o tempo de alimentação, que não diferiram entre si, de 5,07 e 5,75 h/dia e de ruminação de 8,60 e 8,73 h/dia, cujos valores se assemelharam aos tempos obtidos para as dietas com níveis de 11,5; 13 e 14,5% de PB do presente estudo. No entanto, quando avaliaram a substituição parcial da cana-de-açúcar pelo caroço de algodão no nível de 14% da MS total da dieta, verificaram que o tempo despendido com ruminação de 9,76 h/dia diferiu das dietas à base de silagem de milho e cana-de-açúcar como volumoso exclusivo. Os autores atribuíram esse fato às características físicas e químicas do caroço de algodão, que foi fornecido aos animais inteiro e sem retirada do línter. Vale ressaltar que esse valor foi muito próximo ao tempo de ruminação observado na dieta contendo 16% de PB do presente experimento.

Também observou-se que os tempos médios de alimentação foram superiores às médias de 4,83; 4,67 e 4,76 horas/dia obtidas por Costa *et al.* (2004) ao utilizar dietas, contendo em média 14,7% de PB na MS, à base de cana-de-açúcar nas proporções de 60, 50 e 40%, respectivamente, para vacas em lactação. Com relação ao tempo gasto com as atividades de ruminação, podemos verificar que as dietas com níveis de 11,5 e 13% de PB resultaram em valores muito próximos aos obtidos por Costa *et al.* (2004) de 8,40 e 8,32 horas/dia para dietas

baseadas em silagem de milho, com relação volumoso:concentrado(V:C) de 60:40, e em cana-de-açúcar com V:C de 40:60, respectivamente.

É importante salientar que, com o aumento dos níveis da PB das dietas obtido pela adição de farelo de algodão no concentrado, acarretou em menor relação carboidratos não fibrosos (CNF):fibra em detergente neutro (FDN) nas dietas (1,46; 1,37; 1,24 e 1,17, para as dietas com 11,5; 13,0; 14,5 e 16,0% de PB, respectivamente), tendo em vista que o fubá de milho e o farelo de algodão apresentam, respectivamente, em torno de 69,85 e 17,18% de CNF e 11,61 e 43,68% de FDN (VALADADARES FILHO *et al.*, 2002), o que pode ter contribuído para o aumento linear dos tempos gastos com atividades de alimentação e ruminação dos animais.

As médias observadas para consumo de MS (CMS) e fibra em detergente neutro (CFDN), eficiência de alimentação da MS (EAL) e de FDN (EAL_{FDN}), eficiência de ruminação da MS (ERU) e de FDN (ERU_{FDN}), tempo de mastigação total (TMT), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas (NMM_{nd}), número de mastigações por bolo ruminal (NMM_{nb}) e o tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB) das dietas experimentais constam na Tabela 7.

Tabela 7 - Médias observadas, coeficiente de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão para consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), eficiência de alimentação da matéria seca (EAL) e FDN (EAL_{FDN}), eficiência de ruminação da MS (ERU) e FDN (ERU_{FDN}), tempo de mastigação total (TMT), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas (NMM_{nd}), número de mastigações por bolo ruminal (NMM_{nb}) e o tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB) das dietas experimentais

Item	Dieta (% de PB na MS)				CV	P	
	11,5	13,0	14,5	16,0		L	Q
CMS (kg/dia)	9,30	10,71	11,24	11,89	10,459	0,0016 ¹	n.s.
CFDN (kg/dia)	2,76	3,26	3,63	3,90	11,903	0,0002 ²	n.s.
EAL (gMS/h)	1653,59	1827,38	1832,45	1849,86	8,810	n.s.	n.s.
EAL _{FDN} (gFDN/h)	487,73	553,72	592,70	607,35	10,556	0,0387 ³	n.s.
ERU (gMS/h)	1074,94	1249,83	1282,91	1266,67	7,846	0,0250	0,0211 ⁴
ERU _{FDN} (gFDN/h)	316,07	379,65	415,09	416,29	9,756	0,0020 ⁵	n.s.
TMT (h/dia)	14,25	14,56	15,08	15,85	6,870	0,0021 ⁶	n.s.
NBR (nº/dia)	501,06	521,17	524,44	568,89	10,406	n.s.	n.s.
NMM _{nd} (nº/dia)	29053,89	28839,08	30215,81	31599,44	8,906	n.s.	n.s.
NMM _{nb} (nº/bolo)	58,76	56,17	59,29	57,72	9,505	n.s.	n.s.
TRB (seg/bolo)	62,74	60,65	62,97	62,57	6,609	n.s.	n.s.

n.s.: não significativo (P>0,05);

¹ $\hat{Y} = 3,1975 + 0,5518X$ ($r^2 = 0,95$);

² $\hat{Y} = -0,1189 + 0,2550X$ ($r^2 = 0,98$);

³ $\hat{Y} = 195,682 + 26,523X$ ($r^2 = 0,92$);

⁴ $\hat{Y} = -3294,04 + 624,518X - 21,2352X^2$ ($R^2 = 0,98$);

⁵ $\hat{Y} = 73,3693 + 22,406X$ ($r^2 = 0,85$);

⁶ $\hat{Y} = 10,0486 + 0,3556X$ ($r^2 = 0,96$)

Verificou-se efeito linear positivo para CMS, CFDN, EAL_{FDN}, ERU_{FDN} e TMT e efeito quadrático para ERU com ponto máximo a 15,8% de PB, o qual é muito próximo a 16,0% de PB. Esses resultados diferem das respostas do CMS e da ERU_{FDN} obtidas por Mendonça *et al.* (2004b) e por Sousa *et al.* (2003), que observaram os piores valores médios para EAL e EAL_{FDN}, quando ofereceram dietas constituídas por 60% de cana-de-açúcar, corrigida com 1% de uréia S/A (9:1), e 40% de concentrados baseados em fubá de milho e farelo de soja para vacas leiteiras de alta produção.

Os crescentes valores para o TMT (14,25; 14,56; 15,08 e 15,85 h/dia), à medida que aumentaram os níveis de proteína bruta na dieta, podem ser justificados pelos maiores tempos despendidos com alimentação e ruminação. Os níveis crescentes de PB na dieta obtidos com a inclusão de farelo de algodão aumentaram o CFDN, o que pode justificar os efeitos lineares para EAL_{FDN} e ERU_{FDN}.

Na Tabela 8 constam os valores médios obtidos na produção e composição do leite, em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão.

Tabela 8 - Produção de leite sem (PL) e com correção (PLG) para 3,5% de gordura, eficiência de utilização da MS (kg leite/kg MS consumida), eficiência de utilização de N (kg N-leite/kg N-ingerido), teores e quantidades de gordura (G), proteína bruta (PB) e lactose, sólidos totais e N-uréia do leite (NUL), em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão

Item	Dieta (% de PB na MS)				CV	P	
	11,5	13,0	14,5	16,0		L	Q
PLG (kg/dia)	10,25	12,20	12,09	13,30	12,810	0,0071 ¹	n.s.
PL (kg/dia)	10,98	12,11	12,79	13,88	8,221	0,0049 ²	n.s.
Eficiência MS	1,23	1,13	1,14	1,17	8,930	n.s.	n.s.
Eficiência N	0,27	0,21	0,19	0,18	10,523	0,0000 ³	n.s.
G (%)	3,1	3,6	3,2	3,3	16,955	n.s.	n.s.
G (g/dia)	338,67	428,59	403,93	449,42	18,503	0,0364 ⁴	n.s.
PB (%)	2,9	3,0	3,0	3,0	3,126	n.s.	n.s.
PB (g/dia)	320,85	357,95	384,85	416,74	9,410	0,0023 ⁵	n.s.
Lactose (%)	4,53	4,56	4,55	4,62	2,228	n.s.	n.s.
Lactose (g/dia)	499,52	553,23	582,30	639,30	9,108	0,0106 ⁶	n.s.
Sólidos totais (%)	11,55	12,22	11,74	11,97	5,186	n.s.	n.s.
NUL (mg/dL)	8,56	10,39	11,94	13,33	14,705	0,0030 ⁷	n.s.

n.s.: não significativo (P>0,05)

¹Ŷ = 3,6684+0,6028X (r² = 0,85);

²Ŷ = 3,8578+0,6241X (r² = 0,99)

³Ŷ = 0,4730-0,0191X (r² = 0,89)

⁴Ŷ = 0,1232+0,0205X (r² = 0,68)

⁵Ŷ = 0,0817+0,0209X (r² = 0,99)

⁶Ŷ = 0,1576+0,0299X (r² = 0,99)

⁷Ŷ = -3,5071+1,0591X (r² = 0,99)

Semelhante aos aumentos de consumos registrados para MS, MO, FDN e NDT, em função dos níveis crescentes de PB da dieta, houve efeito linear positivo ($P < 0,05$) nas respostas de produção do leite e de seus componentes.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) nas respostas de produção de leite, em kg/dia, com e sem correção para 3,5% de gordura, gordura, proteína e lactose, expressos em g/dia, e N-uréia no leite (NUL), expresso em mg/dL. Os resultados de produção de leite mostram que entre os níveis de 11,5 e 16,0% de PB na dieta, houve melhoria de 26,41% ou 2,9 kg de leite por dia. Para a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, os aumentos foram de 29,76% ou 3,05 kg de leite por dia e as produções de gordura e proteína apresentaram incremento de 110,75 e 95,89 g/dia, respectivamente, entre os níveis de 11,5 e 16,0% de PB na dieta. Desta forma, observa-se que o nível de 16,0% de PB na dieta à base de cana-de-açúcar como volumoso propiciou as melhores respostas de produção de leite não corrigida e corrigida para 3,5% de gordura.

Segundo Lucci (1997 apud SILVA *et al.*, 2001), a composição nitrogenada da dieta pode influenciar na taxa de gordura láctea, onde aumentos na concentração protéica de 12 – 14% para 18% podem reduzir a porcentagem de gordura em até 0,5%, inferindo que essa redução seja devido ao incremento da produção de leite, enquanto que os teores de proteína sofrem pequenos acréscimos quando do aumento dos níveis de proteína dietética.

Entre os dois parâmetros (proteína e gordura), a gordura é aquela mais facilmente influenciada pela nutrição, onde a proteína, em casos extremos, varia cerca de 0,4% e a gordura pode variar entre 2 e 3%. Assim como a proteína, o teor da lactose do leite é dificilmente alterado, estando a média americana em torno de 4,75% (CARVALHO, 2000). Os valores observados para o percentual de lactose do leite nas dietas experimentais foram semelhantes ao relatado por Carvalho (2000), com média de 4,57%, não havendo diferença significativa entre os tratamentos, assim como os valores percentuais para PB não sofreram aumento linear com maiores inclusões de PB nas dietas (2,9; 3,0; 3,0 e 3,0% para as dietas com 11,5; 13,0; 14,5 e 16,0% de PB, respectivamente).

Cunningham *et al.* (1996), concluíram que dietas contendo maiores quantidades de PB e PNDR melhoram a produção e a composição do leite em consequência dos altos fluxos de N e aminoácidos essenciais para o intestino quando trabalharam com vacas holandesas, alimentadas com feno de alfafa, silagem de milho e concentrados à base de farelo de soja, diferentemente processados (com extração por solvente e especialmente processado), compondo dietas com 16,5 e 18,5% de PB, atribuindo teores altos e baixos de PNDR para cada uma delas.

A eficiência de N foi significativa ($P < 0,05$), com variação decrescente, à medida que se aumentaram os níveis de PB da dieta, resultado semelhante ao observado por Pereira *et al.* (2005). No entanto, exceto para a dieta contendo 11,5% de PB, os teores de NUL encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos por Jonker *et al.* (1999), que relataram que a

concentração de NUL deveria variar de 10 a 16 mg/dL dependendo do nível de produção, pois valores acima do máximo pode indicar consumo de N em excesso ou excesso de proteína degradável no rúmen. Desta forma, infere-se que a menor eficiência de utilização de N possa estar associada ao perfil de aminoácidos requeridos para a lactação, que, a partir do momento em que os aminoácidos fornecidos pela dieta e/ou microrganismos ruminais não satisfizerem as exigências para produção do leite, os mesmos serão utilizados em outras rotas metabólicas. No presente experimento, vários fatores relacionados à eficiência de utilização de nutrientes para a produção de leite e ganho de peso tornaram-se favoráveis quando a PB dietética foi aumentada com a substituição do fubá de milho pelo farelo de algodão na suplementação para cana-de-açúcar, incluindo a utilização de MS, FDN e NDT da dieta. Os níveis crescentes de PB na dieta não afetaram os teores percentuais de gordura e proteína do leite. O aumento na produção de leite pode estar associado ao crescente consumo da MS e ao incremento de farelo de algodão nas dietas, que oferece maior aporte de proteína não-degradável no rúmen (PNDR).

Na Tabela 9 constam as exigências previstas pelo NRC (2001) e as obtidas para as vacas utilizadas neste estudo.

Tabela 9 – Consumo de matéria seca e exigências nutricionais de proteína e energia previstos pelo NRC (2001), para vacas com 454kg, com produção média diária de 13kg de leite corrigida para 4,0% de gordura, aos 90 dias da lactação, e obtidos no presente experimento

Item	NRC 13 kg/dia	Obtido 13,3 kg/dia
CMS (kg/dia) ¹	13,5	11,9
CPB (g/dia) ²	1690,0	1930,0
CPDR(g/dia) ³	1330,0	1440,0
CPNDR(g/dia) ⁴	360,0	490,0
EL (Mcal) ⁵	17,5	
NDT (kg/dia) ⁶	7,4	8,2

¹Consumo de matéria seca

²Consumo de proteína bruta

³Consumo de proteína degradável no rúmen

⁴Consumo de proteína não-degradável no rúmen

⁵Energia líquida

⁶Nutrientes digestíveis totais - estimado: $EL/(0,65 \times 0,82 \times 4,409)$

Os dados de consumo de MS previstos pelo NRC (2001) para as vacas produzindo 13,0 kg de leite por dia foi de 13,5 kg/dia, valor este 12% superior aos 11,9 kgMS/dia observado para as vacas produzindo 13,3 kg de leite por dia no presente experimento. Por outro lado, o consumo de NDT previsto pelo NRC (2001) de 7,4 kg/dia, foi 10,8% inferior ao observado (8,2 kg de NDT/dia). De forma semelhante, os valores previstos pelo NRC (2001) para PB, PDR e PNDR foram inferiores aos obtidos neste estudo. Os valores previstos pelo NRC (2001) como

exigências de proteína para vacas produzindo 13 kg de leite por dia são de 1600,0; 1330,0 e 360,0 g/dia para PB, PDR e PNDR, respectivamente, enquanto que os encontrados nesta pesquisa foram de 1930,0; 1440,0 e 490,0 g/dia, respectivamente, que são aproximadamente 12% superiores para PB. Assim, sob as condições desse experimento, o valor de proteína que resultou em maior produção de leite foram de 16,0% de PB na MS total da dieta.

Na Tabela 10 constam os valores médios de consumo de compostos nitrogenados (CN) totais, excreções diárias de N na urina (N-urina), nas fezes (N-fecal) e no leite (N-leite), balanço de N (BN), coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão.

Tabela 10 – Valores médios de consumo de compostos nitrogenados (CN) totais, excreções diárias de N na urina (N-urina), nas fezes (N-fecal) e no leite (N-leite), balanço de N (BN), coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão

Item	Dieta (% de PB na MS)				CV	P	
	11,5	13,0	14,5	16,0		L	Q
	Excreções diárias (g/dia)						
CN	173,99	233,05	271,25	317,61	10,226	0,0000 ¹	n.s.
N-urina	66,06	84,96	91,39	111,76	22,591	0,0020 ²	n.s.
N-fecal	63,23	74,78	83,29	90,59	31,850	0,0191 ³	n.s.
N-leite	50,29	56,10	60,32	65,32	9,410	0,0023 ⁴	n.s.
BN	-5,61	17,20	36,24	49,94	137,826	0,0006 ⁵	n.s.

$$^1\hat{Y} = -180,9770 + 31,2692X \quad (r^2 = 0,99)$$

$$^2\hat{Y} = -42,9566 + 9,5639X \quad (r^2 = 0,97)$$

$$^3\hat{Y} = -5,0530 + 6,0384X \quad (r^2 = 0,99)$$

$$^4\hat{Y} = 12,8114 + 3,2871X \quad (r^2 = 0,99)$$

$$^5\hat{Y} = -145,7790 + 12,3799X \quad (r^2 = 0,99)$$

Observou-se efeito linear positivo ($P < 0,05$) para todos os parâmetros (CN; N-urina; N-fecal; N-fezes e BN) em função dos níveis crescentes de PB na dieta, havendo balanço de nitrogênio negativo para a dieta com 11,5% de PB, mostrando que os animais desse tratamento precisaram mobilizar 5,61 gN/dia de suas reservas, onde, do total de compostos nitrogenados consumidos, houve excreção de 37,97% de N-urina, 36,34% de N-fecal e 28,90% de N-leite. No entanto, esses valores foram superiores aos observados para na dieta com 16,0% de PB, que foram de 35,19% para N-urina; 28,52% para N-fecal e 20,57% para N-leite, apresentando, desta forma, menores excreções de CN. O mesmo pode ser observado através da relação CN:BN, que apresentou valores de -3,22; 7,38; 13,36 e 15,72% para as dietas com 11,5, 13,0; 14,5 e 16% de PB.

Ao se comparar as médias observadas no estudo de Mendonça *et al.* (2004a), quando utilizou cana-de-açúcar corrigida com 1% de uréia + SA (9:1) e relação volumoso concentrado

60:40, observou-se que os valores obtidos para CN, N-urina, N-fecal e N-leite, na dieta com 16% de PB da presente pesquisa, foram inferiores (383 e 317,61; 104 e 111,76; 117 e 90,59; 93 e 65,32 g/dia, respectivamente).

Segundo Kauffman e St-pierre (2003), a retenção de N para vacas lactantes adultas deve ser próxima de zero porque a ingestão e a excreção de N (N-urina, N-fecal e N-leite) são semelhantes. No entanto, a grande variação observada nos valores da retenção de N para as vacas no terço inicial da lactação pode ser explicada pela interferência hormonal que estes animais estão submetidos neste período. Dessa forma, durante o início da lactação, vacas leiteiras podem utilizar uma maior fração de aminoácidos provenientes da proteína corporal para gliconeogênese (OVERTON *et al.*, 1999). Da mesma forma, a maior retenção de N pode estar relacionada com a reposição de proteína corporal em consequência da maior mobilização tecidual de proteína (HEAD e GULAY, 2000). Neste sentido, constatou-se que a dieta com 16,0% de PB obteve maior retenção de N, o que pode ser comprovado pela maior produção de leite e ganho de peso dos animais.

Na Tabela 11 estão apresentados os custos com alimentação, receita proveniente da venda do leite e margem bruta em função dos níveis crescentes de proteína bruta na dieta.

Os dados de análise econômica do presente estudo comprovam um aumento do consumo de MS e da produção de leite de vacas de baixa produção ao utilizar dietas constituídas por 60% de cana-de-açúcar corrigida com 1% de uréia +SA (9:1) e 40% de concentrado combinando farelo de algodão e fubá de milho para se obter 16% de PB na MS total da dieta.

Essas análises foram realizadas sem considerar a variação de peso corporal, o que pode não trazer precisão econômica quanto à melhor dieta a ser usada, uma vez que, considerando-se a variação de peso, os valores para a dieta com 16,0% de PB, possivelmente, apresentaria melhores resultados na margem bruta, tendo em vista que os animais obtiveram ganho de peso de 0,5 kg/dia neste tratamento e perderam peso nos demais.

Os resultados econômicos revelam que a extensão da substituição do fubá de milho pelo farelo de algodão depende apenas do preço dos ingredientes, uma avaliação que deve ser não só empregada para o farelo de algodão, como também para qualquer outro subproduto agroindustrial e/ou alimento concentrado, já que a sazonalidade é o fator da correção.

Tabela 11 - Custos com alimentação, receita proveniente da venda do leite e margem bruta em função dos níveis crescentes de proteína bruta na dieta

Item	Dieta (% de PB na MS)			
	11,5	13,0	14,5	16,0
Despesas				
<i>Volumoso</i> ¹				
Cana-de-açúcar (kgMN/vaca/dia)	27,17	30,38	31,17	32,60
Custo por kg de MN (R\$)	0,016	0,016	0,016	0,016
Custo (R\$/vaca/dia)	0,43	0,49	0,50	0,52
Uréia pecuária + SA (9:1) (kg/vaca/dia)	0,27	0,30	0,31	0,33
Custo por kg (R\$)	0,93	0,93	0,93	0,93
Custo (R\$/vaca/dia)	0,25	0,28	0,29	0,31
<i>Concentrado</i> ¹				
Farelo de algodão (kg/vaca/dia)	0,32	1,02	1,73	2,50
Custo por kg de MN (R\$)	0,50	0,50	0,50	0,50
Custo (R\$/vaca/dia)	0,18	0,51	0,87	1,25
Fubá de milho (kg/vaca/dia)	4,46	4,30	3,75	3,21
Custo por kg de MN (R\$)	0,40	0,40	0,40	0,40
Custo (R\$/vaca/dia)	1,78	1,72	1,50	1,28
Suplemento mineral (g/vaca/dia)	218,06	244,08	241,38	352,08
Custo (R\$/vaca/dia)	4,49	4,49	4,49	4,49
Custo do concentrado (R\$/vaca/dia)	0,98	1,10	1,08	1,58
Custo total com alimentação (R\$/vaca/dia)	3,62	4,10	4,24	4,94
Custo do kg do leite (R\$)	0,33	0,34	0,33	0,36
Receita				
Preço de venda do kg de leite (R\$) ²	0,50	0,50	0,50	0,50
Renda (R\$/dia)	5,50	6,05	6,40	6,95
<i>Relações</i>				
Custo do Volumoso/Receita (%)	12,36	12,73	12,34	11,94
Custo do Concentrado/Receita (%)	53,45	55,04	53,91	59,14
Custo da Dieta/Receita (%)	65,81	67,77	66,25	71,08
Margem Bruta ³ (R\$/vaca/dia)	1,88	1,95	2,16	2,01

¹ Preços praticados na região de Itapetinda/BA durante o mês de abril de 2006; ² Preço praticado na fazenda Jaíta; ³ Considera somente as despesas com alimentação dos animais e a renda resultante da venda do leite

5 CONCLUSÕES

O fornecimento de dieta contendo cana-de-açúcar, fubá de milho e farelo de algodão mostrou-se viável, uma vez que não afetou o consumo de MS e apresentou aumentos consideráveis na produção de leite na dieta com 16% de PB, sendo, portanto, recomendável a sua utilização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL – Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2001. 545p.
- BIER, O. Bacteriologia e imunologia. 22. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1982.
- BORGES, A.L.C.C.; PEREIRA, L.G.R. Cana-de-açúcar como volumoso para bovinos. In: MARQUES, D.C. **Criação de bovinos**. 7. ed. Belo Horizonte: Consultoria Veterinária e Publicações, 2003. p. 221-224.
- 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.
- BÜGER, P.J., *et al.* Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CARVALHO, M.P.de. Manipulação da composição do leite por meio de balanceamento de dietas de vacas leiteiras. In: FONSECA, L.F.L.da; SANTOS, M.V.dos. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos, 2000.
- COCHRAN, R.C., *et al.* Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal Dairy Science**. v.47, n.1, p.54-62, 1964.
- COSTA, M.G., *et al.* Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.6, p.2437-2445, 2005 (supl.).
- COSTA, M.G., *et al.* **Cana-de-açúcar e concentrado em diferentes proporções ou silagem de milho para vacas em lactação** - 2.Comportamento ingestivo.In:REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande, MS. Anais... CD-ROM. Nutrição de Ruminantes
- CUNNINGHAM, K.D.,*et al.* Influence of source and amount of dietary protein on milk yield by cows in early lactacion. **Journal of Dairy Science**. v.79, n.4, p.620-630, 1996.
- HEAD, H.H.; GULAY, M.S. **Recentes avanços na nutrição de vacas no período de transição**. In: 2º SIMLEITE, Novos conceitos em nutrição. UFLA. Ed. Teixeira, J.C., Santos, R.A., david, F.M., Teixeira, L.F.A.C., 2000. p.121-136.
- JONKER, J.S. *et al.* Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to national research council recommendations. **Journal Dairy Science**, v.82, n.6, p.1261-1273, 1999.
- KAUFFMAN, A.J.; ST-PIERRE, N.R. **Effect of breed and concentrations of dietaru crude protein and fiber on milk urea nitrogen**. BULLETIN: EXTENSION RESEARCH –

RESEARCH AND REVIEWS: DAIRY. The Ohio State University. Ohio, USA (Special Circular 169-99), 2003. p.1-6.

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. Cana-de-açúcar e seus subprodutos para bovinos. Piracicaba: FEALQ, 1993. **Anais...** p. 77-105.

MENDONÇA, S. de S., *et al.* Balanço de compostos nitrogenados, produção de proteína microbiana e concentração plasmática de uréia em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33. n.2, p.493-503, 2004a.

_____. 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, 2004b.

_____. 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, 2004c.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of Dairy Cattle**. 7. Ed. rev. Washington DC. National Academic Press, 2001, 381p.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.

OVERTON, T.R.; *et al.* Substrate utilization for hepatic gluconeogenesis is altered by increased glucose demand in ruminants. **Journal Animal Science**, v.77, p.1940-1951, 1999.

PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal Dairy Science**, v.76, n.4, p.1063-1073, 1993.

PEREIRA, E.S., *et al.* Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação *in vitro* da cana-de-açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.6, p.1887-1893, 2000.

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

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

ROBINSON, J.J.; FORBES, T.J. A study of protein utilization by weaned lambs. **Animal Production**. v.12, n.1, p.95-105, 1970.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária. 2005.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 384p.

SILVA, R.M.N. da, *et al* Uréia para vacas em lactação 1.consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1639-1649, 2001.

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

SOUSA, D. de P., *et al*. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com caroço de algodão em substituição à cana-de-açúcar corrigida.In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, RS. Anais... CD-ROM. Nutrição de Ruminantes

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**. Viçosa, MG: 1999. (Apostila).

VAGNONI, D. B., *et al*. Excretion of purine derivatives by holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1695-1702, 1997.

VALADARES, R.F.D., *et al*. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidade e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.26, n.6, p.1259-1263, 1997.

VALADARES FILHO, S.de C., *et al*. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.1, p. 106-114. 2000.

VALADARES FILHO, S.C.;ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG. UFV; DZO; DPI, 2002. 297p.:il.

VILELA, M.da S., *et al*. 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.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes da dieta, expressa na base da matéria seca

Ingrediente	Dieta (% de PB na MS)			
	11,5	13,0	14,5	16,0
Fubá de milho	89,31	77,34	65,61	54,01
Farelo de algodão	6,33	18,28	30,17	42,06
Calcário calcítico	0,79	0,92	0,98	1,08
Fosfato bicálcico	1,66	1,56	1,36	1,00
Sal	0,37	0,35	0,33	0,31
Flor de enxofre	0,09	0,09	0,08	0,08
Mistura mineral ¹	1,46	1,47	1,47	1,47
Total	100	100	100	100

¹Quantidade por kg do produto (cálcio 120 g, iodo 75 mg, fósforo 88 g, manganês 1300 mg, sódio 126 g, selênio 15 mg, enxofre 12 g, zinco 3630 mg, cobalto 55,5 g, flúor 880 mg, cobre 1530 mg, veículo q.s.q. 1000 mg, ferro 1800 mg)

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT), e cinzas, contidos nos concentrados e na cana-de-açúcar

Item (% da MS)	Concentrados				1% de cana + uréia
	R1	R2	R3	R4	S/A (9:1)
MS	86,5	85,7	85,4	84,9	24,6
MO	93,86	93,18	92,64	92,15	97,47
PB	11,22	15,97	19,51	23,42	11,36
EE	3,31	3,51	3,27	2,26	1,09
FDN	11,84	12,04	14,59	15,00	47,20
FDA	4,13	5,16	6,84	8,18	26,85
CNF	65,94	58,46	51,16	45,19	36,75
CHOT	77,78	70,50	65,75	60,19	83,95
Cinzas	6,14	6,82	7,36	7,85	2,53

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido

(FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), obtidos nas quatro dietas experimentais

Item	Dieta (% de PB na MS)			
	11,5	13,0	14,5	16,0
MS	49,36	49,04	48,92	48,72
MO	96,02	95,75	95,54	95,34
PB	11,31	13,21	14,62	16,19
EE	1,97	2,05	1,96	1,55
FDN	33,06	33,14	34,16	34,32
FDA	17,76	18,17	18,85	19,38
CNF	48,43	45,44	42,52	40,13
CHOT	81,48	78,57	76,67	74,45
NDT	69,49	67,85	68,59	68,05

Tabela 4 - Consumos médios diários da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro(FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão

Item	Dieta (% de PB na MS)				CV	P	
	11,5	13,0	14,5	16,0		L	Q
Consumo (kg/dia)							
MS	9,30	10,71	11,24	11,89	10,459	0,0016 ¹	n.s.
MO	8,93	10,25	10,74	11,33	10,501	0,0021 ²	n.s.
PB	1,09	1,46	1,70	1,99	10,226	0,0000 ³	n.s.
EE	0,18	0,21	0,22	0,22	9,950	n.s.	n.s.
FDN	2,76	3,26	3,63	3,90	11,903	0,0002 ⁴	n.s.
FDA	1,52	1,83	1,99	2,20	11,159	0,0000 ⁵	n.s.
CNF	4,91	5,33	5,19	5,22	10,103	n.s.	n.s.
CHOT	7,66	8,58	8,82	9,11	10,720	0,0224 ⁶	n.s.
NDT	6,45	7,36	7,79	8,20	11,061	0,0019 ⁷	n.s.
Consumo (%PC)							
MS	2,35	2,7	2,85	2,99		0,0001 ⁸	n.s.
FDN	0,69	0,82	0,92	0,98		0,0000 ⁹	n.s.
Consumo (g/kg ^{0,75})							
MS	104,77	120,44	126,77	133,41		0,0001 ¹⁰	n.s.

n.s.: não significativo (P>0,05)

$$^1\hat{Y} = 3,1975+0,5518X (r^2 = 0,95);$$

$$^2\hat{Y} = 3,2659+0,5124X (r^2 = 0,94)$$

$$^3\hat{Y} = -1,1311+0,1954X (r^2 = 0,99)$$

$$^4\hat{Y} = -0,1189+0,2550X (r^2 = 0,98)$$

$$^5\hat{Y} = -0,1270+0,1462X (r^2 = 0,98)$$

$$^6\hat{Y} = 4,3149+0,3077X (r^2 = 0,89)$$

$$^7\hat{Y} = 2,2370+0,3791X (r^2 = 0,96)$$

$$^8\hat{Y} = 0,8328+0,1376X (r^2 = 0,94)$$

$$^9\hat{Y} = -0,0362+0,0647X (r^2 = 0,98)$$

$$^{10}\hat{Y} = 36,7680+6,1512X (r^2 = 0,94)$$

Tabela 5 - Valores médios de coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca

(DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos não-fibrosos (DCNF) e carboidratos totais (DCHOT), em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão

Item	Dieta (% de PB na MS)				CV	P	
	11,5	13,0	14,5	16,0		L	Q
DMS	69,39	68,40	69,27	68,99	6,145	n.s.	n.s.
DMO	70,95	69,46	70,39	70,00	6,038	n.s.	n.s.
DPB	64,74	67,88	69,45	71,52	12,789	n.s.	n.s.
DEE	52,96	50,66	53,61	52,78	17,836	n.s.	n.s.
DFDN	33,38	31,58	37,97	37,68	19,299	n.s.	n.s.
DCNF	93,40	93,63	93,95	94,26	4,045	n.s.	n.s.
DCHOT	71,63	69,30	69,92	68,79	5,900	n.s.	n.s.

n.s.: não significativo (P>0,05)

Tabela 6 - Produção de leite sem (PL) e com correção (PLG) para 3,5% de gordura, eficiência de utilização da MS (kg leite/kg MS consumida), eficiência de utilização de N (kg N-leite/kg N-ingerido), teores e quantidades de gordura (G), proteína bruta (PB) e lactose, sólidos totais e N-uréia do leite (NUL), em função dos níveis de proteína bruta na dieta, coeficientes de variação (CV), probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) e equações de regressão

Item	Dieta (% de PB na MS)				CV	P	
	11,5	13,0	14,5	16,0		L	Q
PLG (kg/dia)	10,25	12,20	12,09	13,30	12,810	0,0071 ¹	n.s.
PL (kg/dia)	10,98	12,11	12,79	13,88	8,221	0,0049 ²	n.s.
Eficiência MS	1,23	1,13	1,14	1,17	8,930	n.s.	n.s.
Eficiência N	0,27	0,21	0,19	0,18	10,523	0,0000 ³	n.s.
G (%)	3,1	3,6	3,2	3,3	16,955	n.s.	n.s.
G (g/dia)	338,67	428,59	403,93	449,42	18,503	0,0364 ⁴	n.s.
PB (%)	2,9	3,0	3,0	3,0	3,126	n.s.	n.s.
PB (g/dia)	320,85	357,95	384,85	416,74	9,410	0,0023 ⁵	n.s.
Lactose (%)	4,53	4,56	4,55	4,62	2,228	n.s.	n.s.
Lactose (g/dia)	499,52	553,23	582,30	639,30	9,108	0,0106 ⁶	n.s.

Sólidos totais (%)	11,55	12,22	11,74	11,97	5,186	n.s.	n.s.
NUL (mg/dL)	8,56	10,39	11,94	13,33	14,705	0,0030 ⁷	n.s.

n.s.: não significativo (P>0,05)

$$^1\hat{Y} = 3,6684 + 0,6028X \quad (r^2 = 0,85);$$

$$^2\hat{Y} = 3,8578 + 0,6241X \quad (r^2 = 0,99)$$

$$^3\hat{Y} = 0,4730 - 0,0191X \quad (r^2 = 0,89)$$

$$^4\hat{Y} = 0,1232 + 0,0205X \quad (r^2 = 0,68)$$

$$^5\hat{Y} = 0,0817 + 0,0209X \quad (r^2 = 0,99)$$

$$^6\hat{Y} = 0,1576 + 0,0299X \quad (r^2 = 0,99)$$

$$^7\hat{Y} = -3,5071 + 1,0591X \quad (r^2 = 0,99)$$

Tabela 7 – Consumo de matéria seca e exigências nutricionais de proteína e energia preditos pelo NRC (2001), para vacas com 454kg, com produção média diária de 13kg de leite corrigida para 4,0% de gordura, aos 90 dias da lactação, e obtidos no presente experimento

Item	NRC	Obtido
	13 kg/dia	13,3 kg/dia
CMS (kg/dia) ¹	13,5	11,9
CPB (g/dia) ²	1690,0	1930,0
CPDR(g/dia) ³	1330,0	1440,0
CPNDR(g/dia) ⁴	360,0	490,0
EL (Mcal) ⁵	17,5	
NDT (kg/dia) ⁶	7,4	8,2

¹Consumo de matéria seca

²Consumo de proteína bruta

³Consumo de proteína degradável no rúmen

⁴Consumo de proteína não-degradável no rúmen

⁵Energia líquida

⁶Nutrientes digestíveis totais - estimado: EL/(0,65 x 0,82 x 4,409)

Tabela 8 – Médias de peso inicial (PI) e variação de peso (VP) das vacas nas dietas experimentais

Item	Dieta (% de PB na MS)			
	11,5	13,0	14,5	16,0
PI (kg)	403,13	400,13	397,25	396,75
VP(kg/dia)	-1,53	-0,20	-0,03	0,50

Tabela 9 – Valores médios de consumo de compostos nitrogenados (CN) totais, excreções diárias de N na urina (N-urina), nas fezes (N-fecal) e no leite (N-leite) e balanço de N (BN)

Item	Dieta (% de PB na MS)				CV	P	
	11,5	13,0	14,5	16,0		L	Q
	Excreções diárias (g/dia)						
CN	173,99	233,05	271,25	317,61	10,226	0,0000 ¹	n.s.
N-urina	13,22	16,99	18,28	22,35	22,591	0,0218 ²	n.s.
N-fecal	63,23	74,78	83,29	90,59	31,850	0,0191 ³	n.s.
N-leite	50,29	56,10	60,32	65,32	9,410	0,0023 ⁴	n.s.
BN	47,25	85,17	109,35	139,35	24,748	0,0000 ⁵	n.s.

$$^1\hat{Y} = -180,9770 + 31,2692X \quad (r^2 = 0,99)$$

$$^2\hat{Y} = -8,5913 + 1,9128X \quad (r^2 = 0,97)$$

$$^3\hat{Y} = -5,0530 + 6,0384X \quad (r^2 = 0,99)$$

$$^4\hat{Y} = 12,8114 + 3,2871X \quad (r^2 = 0,99)$$

$$^5\hat{Y} = -180,1440 + 20,0310X \quad (r^2 = 0,99)$$

Tabela 10 - Custos com alimentação, receita proveniente da venda do leite e margem bruta em função dos níveis crescentes de proteína bruta na dieta.

Item	Dieta (% de PB na MS)			
	11,5	13,0	14,5	16,0
Despesas				
<i>Volumoso</i> ¹				
Cana-de-açúcar (kgMN/vaca/dia)	27,17	30,38	31,17	32,60
Custo por kg de MN (R\$)	0,016	0,016	0,016	0,016
Custo (R\$/vaca/dia)	0,43	0,49	0,50	0,52
Uréia pecuária + SA (9:1) (kg/vaca/dia)	0,27	0,30	0,31	0,33
Custo por kg (R\$)	0,93	0,93	0,93	0,93
Custo (R\$/vaca/dia)	0,25	0,28	0,29	0,31
<i>Concentrado</i> ¹				
Farelo de algodão (kg/vaca/dia)	0,32	1,02	1,73	2,50
Custo por kg de MN (R\$)	0,50	0,50	0,50	0,50
Custo (R\$/vaca/dia)	0,18	0,51	0,87	1,25
Fubá de milho (kg/vaca/dia)	4,46	4,30	3,75	3,21
Custo por kg de MN (R\$)	0,40	0,40	0,40	0,40
Custo (R\$/vaca/dia)	1,78	1,72	1,50	1,28
Suplemento mineral (g/vaca/dia)	218,06	244,08	241,38	352,08
Custo (R\$/vaca/dia)	4,49	4,49	4,49	4,49
Custo do concentrado (R\$/vaca/dia)	0,98	1,10	1,08	1,58
Custo total com alimentação (R\$/vaca/dia)	3,62	4,10	4,24	4,94
Custo do kg do leite (R\$)	0,33	0,34	0,33	0,36
Receita				
Preço de venda do kg de leite (R\$) ²	0,50	0,50	0,50	0,50
Renda (R\$/dia)	5,50	6,05	6,40	6,95
<i>Relações</i>				
Custo do Volumoso/Receita (%)	12,36	12,73	12,34	11,94
Custo do Concentrado/Receita (%)	53,45	55,04	53,91	59,14
Custo da Dieta/Receita (%)	65,81	67,77	66,25	71,08
Margem Bruta ³ (R\$/vaca/dia)	1,88	1,95	2,16	2,01

¹ Preços praticados na região de Itapetinda/BA durante o mês de abril de 2006; ² Preço praticado na fazenda Jaíta; ³ Considera somente as despesas com alimentação dos animais e a renda resultante da venda do leite