

LORENA INES MESTRA VARGAS

**NÍVEIS DE CONCENTRADO ENERGÉTICO E PROTEICO NA DIETA DE
VACAS LEITEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M586n
2011

Mestra Vargas, Lorena Ines, 1981-

Níveis de concentrado energético e proteico na dieta de vacas leiteiras / Lorena Ines Mestra Vargas. – Viçosa, MG, 2011.

xiv, 55f. : il. ; 29cm.

Orientador: Rogério de Paula Lana.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bovino de leite - Nutrição. 2. Bovino de leite - Registros de desempenho. 3. Digestibilidade. 4. Vaca. 5. Leite - Produção. 6. Leite - Qualidade. 7. Milho como ração. 8. Cana-de-açúcar na nutrição animal. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

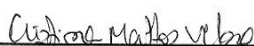
CDD 22. ed. 636.2085

LORENA INES MESTRA VARGAS

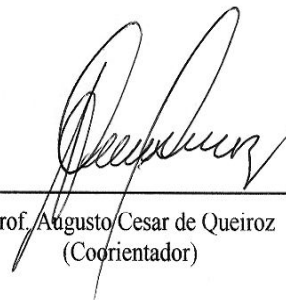
**NÍVEIS DE CONCENTRADO ENERGÉTICO E PROTEICO NA DIETA DE
VACAS LEITEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 9 de dezembro de 2011.



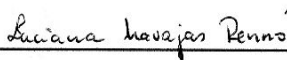
Prof.^a Cristina Mattos Veloso
(Coorientadora)



Prof. Augusto Cesar de Queiroz
(Coorientador)



Prof. Dilermando Fonseca da Miranda



Prof.^a Luciana Navajas Rennó



Prof. Rogério de Paula Lana
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me acompanhar neste período.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Zootecnia da UFV, pelo apoio e pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Prof. Rogério de Paula Lana, pela firme orientação, pelos valiosos ensinamentos, pela paciência, incentivo e disposição durante esse período de trabalho e convivência. Agradeço pela constante confiança e pelas várias oportunidades que me ofereceu.

Ao Doutor José Carlos Peixoto Modesto da Silva pelo acompanhamento neste processo, e importantes sugestões feitas durante a condução deste trabalho.

Ao Centro de Pesquisa CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuária), pelo apoio oferecido.

A Celeste e Fernanda, Secretárias da Pós-Graduação, pela valiosa orientação, dedicação e apoio.

Aos colegas, Caren, Daniel, João Paulo e Matheus, pessoas valiosas e incondicionais das quais sempre serei grata.

BIOGRAFIA

LORENA INES MESTRA VARGAS, filha de Alberto Mestra Pineda e Verônica Vargas Gomez, nasceu em Monteria – Córdoba – Colômbia, em 1^o de julho de 1981.

Formada em Medicina Veterinária e Zootecnia na Universidade de Córdoba - Colômbia.

Em agosto de 2009, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa – UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes defendendo a Dissertação em 9 de dezembro de 2011.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	6
 CAPÍTULO 1 - Desempenho de vacas mestiças em função de suplementação energética e proteica em dietas à base de silagem de milho	 8
RESUMO	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	15
RESULTADOS	20
DISCUSSÃO	26
CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30

CAPÍTULO 2 - Desempenho de vacas mestiças em função de suplementação energética e proteica em dietas à base de cana-de-açúcar	33
RESUMO	33
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS	39
RESULTADOS	44
DISCUSSÃO	49
CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS	53

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1	Composição em ingredientes das dietas experimentais, em porcentagem da massa seca (% MS).....	16
Tabela 2	Composição química-bromatológica da silagem de milho e das dietas experimentais	16
Tabela 3	Consumo de massa seca e frações nutricionais em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia).....	23
Tabela 4	Digestibilidade da massa seca e frações nutricionais e teor de nutrientes digestíveis totais em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia).....	23
Tabela 5	Valores estimados e observados de consumo de massa seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho – FM (kg/dia) e farelo de soja – FS (kg/dia)	24
Tabela 6	Produção e composição do leite em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia).....	24
Tabela 7	Variação de peso, eficiência do uso de concentrado e eficiência alimentar em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá e milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia) em dietas à base de silagem de milho.....	25

Capítulo 2

Tabela 1	Composição em ingredientes das dietas experimentais, expresso na base de massa seca (%)	40
Tabela 2	Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar e das dietas experimentais ¹	41
Tabela 3	Consumo de massa seca e frações nutricionais em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia).....	45
Tabela 4	Digestibilidade da massa seca e frações nutricionais e teor de nutrientes digestíveis totais da dieta em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia).....	46
Tabela 5	Produção e composição do leite em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia).....	46
Tabela 6	Variação de peso, eficiência alimentar e eficiência do uso de concentrado em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia).....	47
Tabela 7	Desdobramento das interações do consumo de massa seca e frações nutricionais de vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia).....	47
Tabela 8	Desdobramento das interações de digestibilidade da FDNcp, teor de proteína do leite e eficiência de uso do concentrado em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia).....	48
Tabela 9	Valores estimados e observados de consumo de massa seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) de vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho – FM (kg/dia) e farelo de soja – FS (kg/dia).....	48

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1	Consumo de massa seca (kg/vaca dia) dos tratamentos fubá de milho+farelo de soja – 1 (2,4+0,8; 1,6+1,6; e 0,8+2,4 kg/vaca dia), farelo de soja – 2 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) e fubá de milho – 3 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) em vacas leiteiras consumindo silagem de milho.....	22
Figura 2	Digestibilidade (%) da proteína bruta dos tratamentos fubá de milho+farelo de soja – 1 (2,4+0,8; 1,6+1,6; e 0,8+2,4 kg/vaca dia), farelo de soja – 2 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) e fubá de milho – 3 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) em vacas mestiças consumindo silagem de milho.	22
Figura 3	Eficiência do uso de concentrado (kg de leite/kg de concentrado) dos tratamentos fubá de milho+farelo de soja – 1 (2,4+0,8; 1,6+1,6; e 0,8+2,4 kg/vaca dia), farelo de soja – 2 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) e fubá de milho – 3 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) em vacas mestiças consumindo silagem de milho.....	22

RESUMO

MESTRA VARGAS, Lorena Ines, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2011. **Níveis de concentrado energético e proteico na dieta de vacas leiteiras.** Orientador: Rogério de Paula Lana. Coorientadores: Cristina Mattos Veloso e Augusto Cesar de Queiroz.

Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar o efeito de níveis crescentes de concentrado energético e proteico sobre o consumo de matéria seca e de nutrientes, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite e eficiência alimentar. O primeiro experimento objetivou avaliar níveis crescentes de concentrados energéticos e proteicos sobre o desempenho de nove vacas leiteiras mestiças (Holandês x Zebu), com peso corporal médio de 452 ± 77 kg, de terceira e quarta lactação, 80 dias pós-parto e produção de 12,8 kg de leite/dia, em dietas à base de silagem de milho. As vacas foram distribuídas em três quadrados latinos 3×3 , em períodos experimentais de 10 dias, distribuídas segundo o número de lactações, sendo os tratamentos níveis de farelo de soja (FS) em substituição ao fubá de milho (FM) (0,8; 1,6 e 2,4 kg/vaca/dia completando para 3,2 kg/vaca/dia com FM); níveis de FS ou de FM (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca/dia). Somente o consumo de proteína bruta se elevou com o aumento nos níveis de FS em dietas contendo FM+FS, enquanto que os consumos diários de massa seca (MS) e das frações nutricionais aumentaram com a elevação do FS ou FM. Os coeficientes de digestibilidade da MS e dos nutrientes não diferiram em dietas contendo FM+FS. A digestibilidade da proteína bruta (PB) aumentou ao passar de 1,6 para 3,2 kg/dia de FS. Houve diminuição da digestibilidade da MS, MO e CNF

ao passar de 0,8 para 3,2 kg/dia de FM e diminuição do NDT ao passar de 1,6 para 3,2/dia de FM. As exigências de NDT e PB só foram satisfeitas plenamente nas dietas contendo FM+FS (0,8+2,4 kg) e FS (3,2 kg). As dietas contendo FM não atenderam sequer as exigências de NDT. A produção de leite e a sua composição, bem como o peso corporal e a eficiência alimentar relacionada ao CMS não foram influenciadas pelos tratamentos. A eficiência alimentar em relação ao fornecimento de concentrado decresceu quando se adicionaram níveis crescentes de FS ou FM. Tendo como volumoso a silagem de milho, o fornecimento de fubá de milho ou farelo de soja, nas quantidades analisadas neste experimento, não promove aumento da produção de leite ou de seus constituintes, sendo que a eficiência do uso do concentrado diminui ao se elevar o nível de suplementação. O segundo experimento avaliou níveis de concentrados energéticos e proteicos em seis vacas Holandês x Zebu com peso corporal (PC) médio de 450 ± 10 kg, de primeira lactação, 60 dias pós-parto e produção de 10,0 kg de leite/dia, em dietas à base de cana-de-açúcar (*Sacharum* spp) corrigida com 0,3% de uréia:sulfato de amônia 9:1. O experimento foi realizado em confinamento na seca com seis vacas distribuídas em quadrado latino 6x6, em seis períodos de 10 dias, sendo os tratamentos distribuídos em fatorial 2x3 (0,8 e 1,6 kg de fubá de milho - FM/vaca/dia; e 0,0; 1,2 e 2,4 kg de farelo de soja - FS/vaca/dia). Com o aumento dos níveis de FM foi observado aumento no consumo de massa seca (MS), massa orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNFcp) corrigidos para cinzas e proteína e nutrientes digestíveis totais (NDT), sem efeito sobre o consumo de volumoso e fibra em detergente neutro (FDNcp). O FM aumentou ainda os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EE e NDT, não alterou a produção e composição do leite e o PC e variação de PC. Com o aumento dos níveis de FS foi observado aumento no consumo de MS e de todos os constituintes, na maioria das vezes de forma quadrática, com exceção do consumo de volumoso, que permaneceu inalterado. O FS aumentou ainda os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e CNFcp, aumentou a produção diária de leite e a produção diária e teor de seus constituintes, com exceção do teor de gordura, extrato seco total e contagem de células somáticas, e não alterou o PC e variação de PC. Houve interação entre FM e FS para consumos de CNFcp e de NDT em kg/dia e g/kg de PC, em que não houve benefício do FM nos níveis mais elevados de FS. O FS estimulou a digestibilidade da FDNcp somente no mais baixo nível de FM e aumentou o teor de proteína no leite no nível mais alto de FM. A melhor eficiência de uso do concentrado se deu com 0,8 kg de FM e a pior com 1,6 kg de FM + 2,4 kg de FS,

sendo que o FM diminuiu a eficiência com maior intensidade nos menores níveis de FS. Os valores observados de consumo de MS, NDT e PB foram sempre inferiores às exigências do NRC 2001, especialmente nos níveis mais baixos de suplementação. Concluindo, a adição de FM e FS nos níveis utilizados aumentam os consumos das frações nutricionais e a digestibilidade dos nutrientes; 1,2 kg de FS aumentam a produção de leite e à medida que se eleva os níveis de concentrado na dieta, diminui a eficiência no uso de concentrado.

ABSTRACT

MESTRA VARGAS, Lorena Ines, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2011. **Levels of energetic and protein concentrate in diets of milking cows.** Adviser: Rogério de Paula Lana. Co-advisers: Cristina Mattos Veloso and Augusto Cesar de Queiroz.

Two experiments were conducted to evaluate the effect of increasing levels of protein and energy concentrates in the consumption of dry matter and nutrients, digestibility of nutrients, milk production and composition and feed efficiency. The first experiment had as objective to evaluate increasing levels of energy and protein concentrates on performance of nine crossbred dairy cows (Holstein x Zebu), with average body weight of 452 ± 77 kg, third and fourth lactation, 80 days post-partum and with production of 12.8 kg of milk per day, in corn silage based diets. The cows were distributed in three 3 x 3 Latin squares, with experimental periods of 10 days, distributed according to the number of lactations, being the treatments levels of soybean meal (SBM) replacing corn meal (CM) (0.8; 1.6 and 2.4 kg/cow/day completing to 3./cow/day with CM); CM or SBM levels (0.8; 1.6 and 3.2 kg/cow/day). Only crude protein consumption rose with the increase in levels of SBM in diets containing CM + SBM, while the daily consumption of dry mass (DM) and the nutrient fractions increased with the elevation of CM or SBM. The coefficients of digestibility of DM and nutrients did not differ in diets containing CM + SBM. The crude protein (CP) digestibility increased when changing from 1.6 to 3.2 kg/day of SBM. There was reduction of digestibility of DM, OM, and NFC when passing from 0.8 to 3.2 kg/day of

CM and decrease of TDN when changing from 1.6 to 3.2 kg/day of CM. The requirements of TDN and CP were only satisfied fully in diets containing CM + SBM (0.8 + 2.4 kg) and SBM (3.2 kg). Diets containing CM did not attend even the demands of TDN. Milk production and composition, as well as the body weight and food efficiency related to the DMI have not been influenced by the treatments. Feed efficiency in relation to the supply of concentrate decreased when it was added increasing levels of CM or SBM. Having as forage corn silage, supply of corn meal or soybean meal in quantities analyzed in this experiment, does not promote increased production of milk or their constituents, and the efficiency of the use of concentrate decreases when raising the level of supplementation. The second experiment had as objective to evaluate levels of energy and protein concentrates on six Holstein x Zebu cows with mean BW of 450 ± 10 kg, first lactation, 60 days post-partum and production of 10.0 kg of milk per day, in diets based on sugar cane (*Sacharum spp*) corrected with 0.3% urea ammonia sulfate: 9:1. The experiment was performed in confinement in dry season with six cows distributed in 6x6 Latin square, in six periods of 10 days, being distributed in 2x3 factorial treatments (0.8 and 1.6 kg of corn meal -CM/cow/day; and 0.0; 1.2 and 2.4 kg of soybean meal-SBM/cow/day). With the increased levels of CM it was observed increase in consumption of dry mass (DM), organic mass (OM), crude protein (CP), Ethereal extract (EE), non-fibrous carbohydrate (NFCap) corrected for ash and protein and total digestible nutrients (TDN), without effect on the consumption of forage and neutral detergent fiber (NDFap). The CM also increased digestibility coefficients of DM, OM, EE and TDN, did not change the production and milk composition and the BW and BW variation. With the increased levels of SBM it was observed increase in consumption of DM and all constituents, most often of quadratic form, with the exception of consumption of forage, which remained unchanged. The SBM also increased digestibility coefficients of DM, OM, CP and NFCap, increased the daily production of milk and the daily production and content of its constituents, with the exception of fat, total dry extract and somatic cell count, and did not change the BW and BW variation. There was interaction between CM and SBM in NFCap consumptions and TDN in kg/day and g/kg BW, in which there was no benefit of CM at the highest levels of SBM. The SBM has stimulated the digestibility of NDFap only in the lowest level of CM and increased protein content in milk at the highest level of CM. The best efficiency of use of concentrate happened with 0.8 kg of CM and the worst with 1.6 kg of CM + 2.4 kg of SBM, in which the CM decreased efficiency with greater

intensity in lower levels of SBM. The observed values of consumption of DM, TDN and CP were always lower than the NRC 2001 requirements, especially at lower levels of supplementation. In conclusion, the addition of CM and SBM in the used levels increase the consumption of nutritional fractions and digestibility of nutrients; 1.2 kg of SBM increase the production of milk and as rises concentrate levels in the diet, the efficiency in the use of concentrate decreases.

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de leite ocupa espaço de destaque no agronegócio brasileiro e apresenta perspectiva de expansão nos próximos anos. A atividade leiteira apresentou taxa de crescimento de 5,5 % em 2010, em relação ao ano de 2009, sendo esta superior à de todos os países que a antecedem produtivamente em virtude dos novos conceitos de globalização da economia. No Brasil, a produção leiteira atual é representada por um rebanho composto por 22.924.914 de cabeças, com produção anual de leite de 30,7 bilhões de litros, registrados em 2010 (IBGE, 2010).

O avanço das técnicas de alimentação e manejo, aliado ao novo cenário da pecuária leiteira após o início da década de 1990, tem levado os criadores a buscarem a racionalização da criação de animais, empregando métodos eficientes e econômicos, que resultem em maior oferta de leite com menor custo para o consumidor.

A maior parte dos sistemas de produção leite, no Brasil, é basicamente em pasto, com poucos sistemas intensificados, e com baixa implementação de tecnologia. Devido às diferentes condições edafo-climáticas nas regiões, há diversidade de sistemas de produção de leite, que apresentam produtores altamente tecnificados e também rudimentares. Predomina, na maioria dos sistemas, o pequeno volume de produção. Este fato pode ser constatado, uma vez que aproximadamente 65% da produção de leite em Minas Gerais, representativa da produção brasileira, são obtidas de produtores com menos de 200 litros/dia; além disso, 59% dos pecuaristas produzem menos de 50 litros/dia e a produtividade, em litros/vaca. dia, é de 897 litros ($897/365=$

2,5 litros/vaca/dia). Cerca de 70% da produção de leite no Brasil provêm de vacas mestiças Holandês-Zebu, sob pastejo, e sem ou com uso limitado de ração concentrada (SEBRAE-MG/FAEMG, 1996).

A pecuária nacional é praticada em clima tropical em condições de estacionalidade da produção de forragem, resultante de duas estações climáticas bem definidas (chuva e seca). Durante a seca, os fatores climáticos são adversos ao crescimento das espécies forrageiras (Ruiz et al., 1984), limitando a disponibilidade de oferta de forragem, e ocorre queda do valor nutricional das espécies, o que limita o consumo e desempenho animal. Isso remete à necessidade de restabelecer o balanço e superar eventuais deficiências de nutrientes dentro do sistema de produção. Neste contexto, e na busca de obter maior aumento da produtividade leiteira de forma rentável, modelos de produção leiteira, no país, têm evoluído de tradicional e extrativista para outro mais competitivo, objetivando obter sistemas de criação de gado de leite mais produtivos e compatíveis com a condição de ambiente tropical predominante. Entre estas alternativas, tem-se utilizado genótipos bovinos mestiços, os quais apresentam ampla aptidão às condições ambientais tropicais (Lemos et al., 1997; Madalena, 1997), em sistemas de produção de leite com gado mestiço semi-confinado, que o gasto com ração concentrada não ultrapassa 30% em relação ao valor da produção; relatam ainda que com implantação de programas de produção de forragens outras das estratégias são a implantação de programas de produção de forragens e sistemas de alimentação mais eficientes, que demandem menos mão-de-obra e resultem em menor impacto sobre o meio ambiente.

Comercialmente, o leite é um dos produtos cujo volume de produção é dependente de uma série de fatores ligados direta ou indiretamente ao sistema de produção (Mattos, 2000). O manejo da nutrição na produção leiteira, de forma eficiente, constitui-se em um dos principais objetivos da produção, já que um dos fatores limitantes à ingestão de alimentos decorre principalmente do custo com a alimentação de vacas em lactação, o qual representa mais do 50% (Aguilar & Alameida, 1999) dos custos variáveis, podendo atingir um percentual mais elevado. E os alimentos concentrados são aqueles de maior custo, sendo os componentes de maior relevância na produção do leite. Neste contexto da produção animal, torna-se imprescindível aumentar a produtividade e diminuir o custo de produção para se buscar um ponto de equilíbrio entre esses dois fatores, sendo necessário o uso racional das dietas para evitar o uso de nutrientes em excesso, permitindo a maior sustentabilidade da atividade leiteira.

O consumo de massa seca diário é o principal fator determinante da quantidade de nutrientes que estarão disponíveis para o atendimento das exigências de manutenção e produção. Ele está associado aos fatores peso corporal, estado fisiológico e produção de leite, os quais são influenciados pelas condições ambientais, de manejo, qualidade e disponibilidade dos alimentos, processamento, aceitabilidade e concentração de nutrientes. Os suplementos energéticos, proteicos, vitamínicos e minerais, presentes na massa seca das dietas, são essenciais para produção leiteira. Ademais, o uso de concentrado contribui para aumento da digestibilidade dos nutrientes e o objetivo do seu uso é fornecer nutrientes complementares sem prejuízo à utilização dos nutrientes que podem ser absorvidos da forragem consumida.

Com o aumento do consumo de concentrado e de massa seca, estimula-se a produção de precursores glicogênicos, favorecendo a produção de leite (Biotechnology and Biological Science Research Council, 1998). Sutton (1990) e Stockdale (1994) também demonstraram que o aumento na ingestão de suplementos energéticos e derivados de grãos de cereais por vacas leiteiras incrementa a síntese de proteína microbiana no rúmen, com aumento de precursores glicogênicos (propionato) e do teor de proteína do leite. No entanto, o fornecimento de alimentos acima dos requisitos tem pouco efeito adicional na produção de leite.

A composição e a porcentagem de proteína do leite de vacas têm recebido grande destaque nos últimos anos, principalmente por influir diretamente no rendimento industrial. Avanços sobre os fatores que influenciam a composição final do leite, através da manipulação da dieta, têm sido amplamente estudados (Jenkins & McGuire., 2006), evidenciando o uso dos nutrientes pelo tecido mamário a fim de permitir melhoria da absorção e distribuição dos nutrientes desejados no leite.

As estratégias nutricionais que visam o aumento da produção e dos constituintes do leite devem aportar, em princípio, no maior suprimento de aminoácidos e energia (glicose) para a glândula mamária, processo dependente de uma série de eventos fisiológicos, intracelulares e metabólicos (Bequette et al., 1998).

A eficiência na conversão de aminoácidos em proteína é baixa e inconstante, e varia de acordo com o fornecimento de aminoácidos metabolizáveis (Doeppel et al., 2004). Nesse sentido, fica em evidência que o bom manejo nutricional é importante para que os animais expressem seu potencial, aumentando sua resposta produtiva por unidade de uso de nutrientes (Lana, 2007). É necessário caracterizar os recursos alimentares disponíveis a fim de se definir a eficiência de uso destes na exploração

leiteira; pois a produção leiteira é considerada uma atividade conversora de recursos alimentares em leite, cujo valor agregado é superior à matéria-prima original. O conhecimento das exigências de nutrientes para os processos fisiológicos é determinante na produção animal.

As predições dos requisitos nutricionais de bovinos de raças leiteiras são obtidas a partir de estimativas de consumo expressas em porcentagem da massa seca (kg/dia) e requisitos diários dos teores de proteínas, vitaminas e minerais, originadas de dados de sistemas alimentares de países de clima temperado, como Estados Unidos da América (NRC, 1989 e 2001) e Inglaterra (AFRC, 1993), condições diferentes das encontradas em países de clima tropical. Deve-se, portanto, considerar as devidas e necessárias correções, ajustando o teor de nutrientes adequados e as respostas produtivas em função da utilização dos nutrientes.

Existem poucas pesquisas, no Brasil, para avaliar respostas animal e produtiva de vacas leiteiras mestiças à suplementação, e efeitos do nível de concentrado sobre a produção de leite. Geralmente, há aumento do consumo de massa seca com o aumento do nível de concentrado na dieta e alguns trabalhos apresentam respostas positivas lineares e outras respostas quadráticas em relação ao nível de concentrado. De acordo com Mattos (1995), a quantidade de concentrado para suplementação de volumosos deve ser observada com atenção, devido ao seu alto custo porque somente os 2-4 kg iniciais é que proporcionam maior resposta na produção de leite. De acordo com Vilela et al. (1980), a resposta à utilização de concentrados na suplementação de vacas leiteiras em pastagem varia de 0,50 a 0,90 kg de leite/kg de concentrado no período da chuva e de 0,80 a 0,95 no período da seca, enquanto Bargo et al. (2003) observaram resposta de 1,0 kg de leite por kg de concentrado. Costa et al. (2003) avaliaram o desempenho de vacas leiteiras em confinamento total, alimentadas com cana-de-açúcar corrigida com uréia e três níveis de concentrado, e reportaram produção de leite de 17 kg/animal.dia, utilizando-se 7 kg de concentrado. A resposta em produção de leite foi baixa em relação ao aumento no fornecimento de concentrado, havendo acréscimo de 0,29 e 0,48 kg de leite por cada quilo de concentrado, para os tratamentos com 50 e 60% de concentrado. Assim, torna necessário implementar pesquisas que permitam verificar melhor este comportamento e avaliar o uso de rações concentradas na nutrição de vacas leiteiras mestiças em confinamento.

Diante das condições anteriormente justificadas, foram desenvolvidos dois experimentos com vacas mestiças (Holandês x Zebu) em confinamento, durante

períodos de água e seca, para avaliar efeito de níveis de suplementos energéticos e proteicos na dieta, sobre a produção e composição do leite.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. A.; ALMEIDA, B. H. P. J. F. **Produção de leite a pasto: abordagem empresarial e técnica**. Viçosa Aprenda Fácil, 1999. 170 p.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein of requirements ruminants**. Walling Ford: CAB International, 1993. 159 p.

ALBRIGHT, J. L. Nutrition, feeding and calves: feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 485-498, 1993.

BARGO, F.; MULLER, L. D.; KOLVER, E. S. et al. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 1-42, 2003.

BEQUETTE, B. J.; BACKWELL, F. R. C.; CROMPTON, L. A. Current concepts of amino acid and protein metabolism in the mammary gland of the lactating ruminant. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 9, p. 2540-2559, 1998.

BIOTECHNOLOGY AND BIOLOGICAL SCIENCES RESEARCH COUNCIL. **Responses in the yield of milk constituents to the intake of nutrients by dairy cows**. Wallingford, UK: CAB International, 1998. 96 p.

COSTA, M. G.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Desempenho de vacas de leite submetida à dietas com diferentes relações de volumoso:concentrado, sendo o volumoso cana-de-açúcar ou silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA

DOEPEL, L.; PACHECO, D.; KENNELLY, J. J. et al. Milk synthesis as a function of amino acid supply. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 1279-1297, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria-RS. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM. Nutrição de ruminantes.

JENKINS, M. A. McGuire. Major advances in nutrition: impact on milk. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1302-1310, 2006.

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

LEMOS, A. M.; VERNEQUE, R. S.; TEODORO, R. L. et al. Efeito da estratégia de cruzamentos sobre características produtivas e reprodutivas em vacas do sistema mestiço do CNPGL-EMBRAPA. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 704-708, jul./ago. 1997.

MADALENA, F. E. **Pesquisa em cruzamentos de gado de leite: resultados econômicos**. Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, n. 18, p. 19-27, jan. 1997.

MATTOS, W. R. S. Medidas para o aumento da eficiência da produção leiteira. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.). **Bovinocultura leiteira: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 383.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, DC: Academic Press, 2001. 381 p.

RUIZ, M. E. R. L.; THIAGO, R. L. L.; COSTA, F. P. **Alimentação de bovinos na estação seca: princípios e procedimentos**. [on line]. Campo Grande: CNPGC, 1984.

SEBRAE-MG/FAEMG. **Relatório de pesquisa - diagnóstico da pecuária leiteira do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: SEBRAE-MG/FAEMG, 1996. p. 7-15.

STOCKDALE, C.R. Effect of diet on the energy required to improve milk protein content in dairy cows. **Proceedings...** Australian Society of Animal Production, v. 20, p. 378, 1994.

SUTTON, J. D. **Dietary control of milk composition**. In: Dairying in 1990s. Dairy Research Foundation Symposium, 12 July 1990. University of Sydney, 1990. p. 1-18.

VILELA, D.; ALVIM, M. J.; LOPES, R. S. et al. Efeito da suplementação concentrada sobre o consumo de nutrientes e a produção de leite, por vacas em pastagem de capim gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 9, n. 2, p. 214-232, 1980.

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

CAPÍTULO 1

Desempenho de vacas mestiças em função de suplementação energética e proteica em dietas à base de silagem de milho

RESUMO - Objetivou-se avaliar níveis crescentes de concentrados energéticos sobre o desempenho de nove vacas leiteiras mestiças (Holandês x Zebu), com peso corporal médio de 452 ± 77 kg, de terceira e quarta lactação, 80 dias pós-parto e produção de 12,8 kg de leite/dia, em dietas à base de silagem de milho. As vacas foram distribuídas em três quadrados latinos 3x3, em períodos experimentais de 10 dias, distribuídas segundo número de lactações, sendo os tratamentos níveis de farelo de soja (FS) em substituição ao fubá de milho (FM) (0,8; 1,6 e 2,4 kg/vaca dia completando para 3,2 kg/vaca dia com FM); níveis de FS ou de FM (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca/dia). Somente o consumo de proteína bruta se elevou com o aumento nos níveis de FS em dietas contendo FM+FS, enquanto que os consumos diários de massa seca (MS) e das frações nutricionais aumentaram com a elevação do FS ou FM. Os coeficientes de digestibilidade da MS e dos nutrientes não diferiram em dietas contendo FM+FS. A digestibilidade da proteína bruta (PB) aumentou ao passar de 1,6 para 3,2 kg/dia de FS. Houve diminuição da digestibilidade da MS, MO e CNF ao passar de 0,8 para 3,2 kg/dia de FM e diminuição do NDT ao passar de 1,6 para 3,2 kg/dia de FM. As exigências de NDT e PB só foram satisfeitas plenamente nas dietas contendo FM+FS (0,8+2,4 kg) e FS (3,2 kg). As dietas contendo FM não atenderam sequer as exigências

de NDT. A produção de leite e a sua composição, bem como o peso corporal e a eficiência alimentar relacionada ao CMS não foram influenciadas pelos tratamentos. A eficiência alimentar em relação ao fornecimento de concentrado decresceu quando se adicionaram níveis crescentes de FS ou FM. Tendo como volumoso a silagem de milho, o fornecimento de fubá de milho ou farelo de soja, nas quantidades analisadas neste experimento, não promove aumento da produção de leite ou de seus constituintes, sendo que a eficiência do uso do concentrado diminui ao se elevar o nível de suplementação.

Palavras-chave: concentrado, consumo, digestibilidade, farelo de soja, fubá de milho, leite.

Performance of crossbred cows as a function of energetic and protein supplementation in corn silage based diets

ABSTRACT - The objective was to evaluate increasing levels of energy and protein concentrates on performance of nine crossbred dairy cows (Holstein x Zebu), with average body weight of 452 ± 77 kg, third and fourth lactation, 80 days post-partum and with production of 12.8 kg of milk per day, in corn silage based diets. The cows were distributed in three 3 x 3 Latin squares, with experimental periods of 10 days, distributed according to the number of lactations, being the treatments levels of soybean meal (SBM) replacing corn meal (CM) (0.8; 1.6 and 2.4 kg/cow/day completing to 3.2 kg/cow/day with CM); CM or SBM levels (0.8; 1.6 and 3.2 kg/cow/day). Only crude protein consumption rose with the increase in levels of SBM in diets containing CM + SBM, while the daily consumption of dry mass (DM) and the nutrient fractions increased with the elevation of CM or SBM. The coefficients of digestibility of DM and nutrients did not differ in diets containing CM + SBM. The crude protein (CP) digestibility increased when changing from 1.6 to 3.2 kg/day of SBM. There was reduction of digestibility of DM, OM, and NFC when passing from 0.8 to 3.2 kg/day of CM and decrease of TDN when changing from 1.6 to 3.2 kg/day of CM. The requirements of TDN and CP were only satisfied fully in diets containing CM + SBM (0.8 + 2.4 kg) and SBM (3.2 kg). Diets containing CM did not attend even the demands of TDN. Milk production and composition, as well as the body weight and food efficiency related to the DMI have not been influenced by the treatments. Feed efficiency in relation to the supply of concentrate decreased when it was added

increasing levels of CM or SBM. Having as forage corn silage, supply of corn meal or soybean meal in quantities analyzed in this experiment, does not promote increased production of milk or their constituents, and the efficiency of the use of concentrate decreases when raising the level of supplementation.

Keywords: concentrate, corn meal, digestibility, intake, milk, soybean meal.

INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção de leite caracterizados pela redução da margem de lucro em consequência do aumento do custo de alimentação, devem-se considerar o uso de fontes alimentares de suplementação. Na composição do custo de alimentação, não só os alimentos concentrados, mas também os volumosos têm participação importante, pois representam de 40 a 80% da massa seca (MS) da dieta das várias categorias que compõem o rebanho leiteiro. Portanto, os produtores deverão dispor de alternativas viáveis com vistas a minimizar custos de produção e reduzir a adoção de tecnologias que demandem consideráveis custos em recursos técnicos e financeiros.

A produtividade animal depende da eficiência de obter energia dos alimentos disponíveis, em quantidade suficiente para suprir seus requisitos de manutenção e produção. Neste contexto, a manipulação nutricional visa o suprimento de nutrientes necessários para otimizar o desempenho animal, em função dos requisitos compatíveis ao estado produtivo.

Entretanto, a adequação do manejo produtivo e reprodutivo de vacas leiteiras pressupõe a compreensão das variações na ingestão de MS, peso corporal e produção de leite. Durante a fase inicial de lactação (zero a 100 dias pós-parto), a vaca leiteira passa por transformações anatômicas, fisiológicas e endócrinas, que modificam seu metabolismo e contribuem para uma reduzida capacidade de consumo de MS (Janssen, 1994; Grant & Albright, 1995) após 10 a 12 semanas pos-parto, quando ocorre o pico de consumo de MS a produção leiteira decresce gradativamente (NRC, 2001).

Segundo Kalscheur et al. (1999), vacas no terço inicial de lactação têm maior demanda por proteína metabolizável para atender a alta produção de leite. Entretanto, a manutenção deste requisito é limitada pela ingestão de MS.

O maior uso de alimentos concentrados tem sido amplamente adotado a fim de otimizar a produção leiteira ao fornecer nutrientes complementares, sem prejuízo à utilização dos nutrientes que podem ser colhidos da forragem. Entretanto o uso de concentrados deve ser avaliado em termos de sua eficiência (quilo de leite por quilo de suplemento, comparado ao tratamento controle), devido ao concentrado ser de alto custo e a alimentação corresponder a até 70% do custo de produção bovina.

O consumo de MS diário é o principal fator de desempenho animal. Além de determinar a quantidade de nutrientes disponíveis para manutenção e produção (NRC, 2001), permite determinar criteriosamente a adequada administração dos nutrientes exigidos: carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais essenciais para manutenção e produção animal. Neste sentido, é importante para evitar super ou subfornecimento de nutrientes, que podem causar efeitos adversos à saúde dos animais ou onerar os custos. Portanto, é necessário o entendimento do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, de acordo com o estágio de produção, ou fase da lactação.

Devido aos fatores que influenciam, a inclusão da qualidade e quantidade de fontes proteicas para suprimento de vacas leiteiras é complexa em função das alterações a que estas são submetidas no rúmen e, portanto, devem-se considerar, além das exigências de proteína do animal, as exigências de nitrogênio e de energia para síntese de proteína microbiana (Chizzotti, 2004).

Os sistemas alimentares consideram que o aumento do consumo reduz a digestibilidade dos nutrientes devido ao menor tempo de exposição do alimento à microbiota ruminal e às enzimas digestivas, com conseqüente diminuição do aproveitamento dos nutrientes. São necessárias estimativas precisas da ingestão de MS pelos animais para evitar a sub ou superalimentação e o aumento da eficiência alimentar. Neste sentido, a ingestão de MS, considerando a relação volumoso:concentrado da dieta, pode influenciar o consumo de MS diário.

A proteína constitui o segundo nutriente de maior importância na alimentação dos ruminantes. A proteína dietética ingerida é degradada pelos microrganismos do rúmen em uma proporção que dependerá das características da fonte protéica e da ração. A exigência de proteína por vacas leiteiras é atendida através da absorção de aminoácidos pelo intestino delgado, provenientes da proteína microbiana verdadeira

(proteína degradada no rúmen, PDR) e da proteína dietética não degradada no rúmen (PNDR), contribuindo para o suprimento de proteína metabolizável.

Deficiência de produção de nitrogênio ruminal, na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos, limita o crescimento microbiano e, conseqüentemente, há redução dos processos digestivos. Portanto, existe uma correlação relativamente alta entre o teor de proteína da dieta e a concentração de amônia ruminal (Sniffen et al., 1993).

O teor de proteína da dieta relaciona-se de forma positiva com o aumento do consumo de MS por vacas lactantes, por melhorar a eficiência microbiana, contribuindo na ingestão de MS e no aumento da digestibilidade da dieta.

O aumento da ingestão de carboidratos como fonte de energia e a utilização de concentrados ou de volumosos de alta qualidade contribuem para aumento da produção e da porcentagem de proteína no leite. Isto pode ser explicado pelo aumento da eficiência de utilização ruminal e por alterações endócrinas relacionadas à insulina, que afetam a utilização de aminoácidos pela glândula mamária (Jenkins et al., 2006).

Quando são fornecidas de fontes com baixa degradabilidade no rúmen, ocorre limitação da quantidade de substrato disponível para crescimento microbiano (Murphy & O Mara, 1993). Como conseqüência, há menor produção microbiana, menor degradação da fibra e inibição do consumo. Logo, a disponibilidade de energia é menor, resultando em menor produção de leite.

O aumento de aminoácidos para a glândula mamária depende do aumento da quantidade de aminoácidos que chega ao intestino delgado (proteína microbiana e PNDR), resultando em maior quantidade de aminoácido absorvido e disponível; ou da alteração do perfil de aminoácidos, com o fornecimento de mais aminoácidos essenciais e disponibilidade de maior quantidade de aminoácidos limitantes à síntese e à produção de leite, como lisina e metionina. Deste modo, a proporção no suprimento de fontes de PNDR e fontes de carboidratos fermentecíveis é fundamental para ótimo crescimento dos microrganismos ruminais. A proteína microbiana apresenta bom equilíbrio em aminoácidos em relação à proteína do leite e do tecido muscular, o que a qualifica como de ótima qualidade (Berchielli et al., 2006).

A digestibilidade do alimento é definida como o processo de conversão de macromoléculas da dieta em compostos mais simples, que podem ser absorvidos a partir do trato gastrointestinal (Van Soest, 1994). Esta conversão é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente em apreço. Para indicar o consumo e digestibilidade dos

nutrientes, para assegurar consumo pelo animal e, assim, evitar desperdícios, um ponto de partida seria avaliar a resposta produtiva em função da utilização de nutrientes e a eficiência do uso de concentrado. A digestibilidade potencial dos alimentos é, basicamente, a capacidade do animal utilizar, em maior ou menor escala, seus nutrientes, sendo determinada pelo coeficiente de digestibilidade, e é uma característica do alimento e não do animal. A maior digestibilidade representa maior absorção de nutrientes pelo intestino e menor perda dos mesmos nas fezes (Marais, 2000).

O método convencional de quantificação da excreção fecal é necessário para cálculo da digestibilidade aparente dos alimentos (Coelho & Leão, 1979). Na avaliação de digestibilidade para ruminantes, utiliza-se o coeficiente de digestibilidade aparente, definido como parte de um determinado nutriente do alimento que não é excretado nas fezes. Esta quantificação pode ser feita pela coleta total de fezes ou pela coleta apenas de amostras, quando se usam indicadores. Os indicadores internos, empregados em estudos de digestão com ruminantes, utilizados amplamente, determinam basicamente resíduos indigestíveis dos alimentos, representados pelas frações físicas ou químicas (fibra em detergente neutro indigestível).

A digestibilidade dos nutrientes é a forma primária de determinação do valor energético disponível na forma de nutrientes digestíveis totais. Para estudo das respostas produtivas, em função da utilização dos nutrientes, é necessário entender os mecanismos de consumo e digestibilidade, os quais permitem determinar o aproveitamento dos nutrientes. Em condições de confinamento, o consumo diário de nutrientes é determinado pela quantidade de alimento diário fornecido e as sobras obtidas no cocho.

Assim, foi desenvolvido este experimento com vacas mestiças Holandês-Zebu, com o objetivo de avaliar os efeitos de níveis e fontes de suplementos concentrados sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição de leite.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Cachoeirinha, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, durante os meses de setembro a novembro de 2009 e as análises laboratoriais, para determinação de massa seca e composição química dos alimentos, das fezes e das sobras foram executadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

A cidade de Viçosa está localizada na região da Zona da Mata, no Estado de Minas Gerais, a 649 m de altitude, geograficamente definida pelas coordenadas 20° 45' 20" de latitude sul e 42° 52' 40" de longitude oeste. O clima é de tipo Cwa, segundo a classificação proposta por Köppen, tendo duas estações definidas: seca, de abril a setembro, e águas, de outubro a março. O verão é quente e úmido e o inverno frio e seco.

Foram utilizadas nove vacas mestiças (Holandês x Zebu), com peso corporal médio inicial de 452 ± 77 kg, entre terceira e quarta lactação, 80 dias pós-parto e com produção de leite média de 12,8 kg/dia. Os animais foram distribuídos em três quadrados latinos com três animais em cada um para testar níveis de farelo de soja em substituição ao fubá de milho; níveis de farelo de soja e níveis de fubá de milho em dietas à base de silagem de milho (Tabela 1), constituindo nove tratamentos. A composição bromatológica das dietas experimentais encontra-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição em ingredientes das dietas experimentais, em porcentagem da massa seca (% MS)

		Tratamento								
		Fubá de milho+ Farelo de soja			Farelo de soja			Fubá de milho		
Ingrediente ¹	FM ² :	2,4	1,6	0,8	-	-	-	0,8	1,6	3,2
	FS ² :	0,8	1,6	2,4	0,8	1,6	3,2	-	-	-
Silagem de milho		81,3	81,3	81,2	93,4	89,0	81,1	93,5	89,0	81,4
Fubá de milho		13,0	8,6	4,3	-	-	-	5,0	9,6	17,3
Farelo de soja		4,4	8,8	13,2	5,1	9,6	17,6	-	-	-
Suplemento mineral ³		1,3	1,3	1,3	1,5	1,4	1,3	1,5	1,4	1,3

¹ Porcentagem da massa seca das dietas experimentais; ²kg de matéria natural de fubá de milho (FM) e/ou farelo de soja (FS)/vaca dia. ³Suplemento mineral comercial: cálcio (15,6%); fósforo (5,1%); enxofre (2,0%); magnésio (3,3%); sódio (9,3%); potássio (2,82%); cobalto (0,003%); cobre (0,040%) cromo (0,001%); ferro (0,2%); iodo (0,004%); manganês (0,135%); selênio (0,002%); flúor (0,051%); zinco (0,170%); vitamina A (135.000,00 U.I.); vitamina D3 (68.000,00 U.I.); vitamina E (450,00 U.I.). Solubilidade do fósforo de 95%.

Tabela 2 - Composição química-bromatológica da silagem de milho e das dietas experimentais¹

Item	Silagem de milho	Dieta experimental ²								
		FM: 2,4	1,6	0,8	-	-	-	0,8	1,6	3,2
		FS: 0,8	1,6	2,4	0,8	1,6	3,2	-	-	-
Massa seca	31,22	41,49	41,54	41,61	35,00	37,41	41,68	34,93	37,28	41,43
Matéria orgânica ¹	94,30	93,78	93,55	93,34	92,96	92,93	93,12	93,22	93,42	94,01
Matéria mineral ¹	5,70	6,27	6,49	6,71	7,09	7,03	6,94	6,83	6,54	6,05
Proteína bruta ¹	6,32	8,80	10,79	12,79	8,69	10,91	14,78	6,39	6,53	6,80
PIDN (%MS) ¹	2,32	2,16	2,28	2,40	2,35	2,41	2,52	2,22	2,15	2,04
PIDA (%MS) ¹	0,52	0,61	0,71	0,81	0,63	0,73	0,91	0,51	0,51	0,51
Extrato etéreo ¹	1,54	1,61	1,56	1,51	1,50	1,48	1,45	1,56	1,59	1,66
FDN ¹	49,50	42,70	43,07	43,44	47,33	46,00	43,81	46,91	45,19	42,34
FDNcp ¹	29,46	39,35	39,60	39,86	43,70	42,35	40,12	43,41	41,79	39,10
FDA ¹	6,32	24,60	24,93	25,25	28,03	27,10	25,58	27,65	26,39	24,28
Lignina ¹	3,99	3,49	3,44	3,40	3,76	3,61	3,35	3,82	3,71	3,54
Carboidratos totais ¹	86,44	83,32	81,16	78,99	82,72	80,58	76,83	85,22	85,34	85,49
Carboidratos não-fibrosos ¹	56,98	43,97	41,56	39,13	39,02	38,23	36,70	41,81	43,55	46,39
FDNi ¹	18,64	15,28	15,27	15,26	17,47	16,64	15,25	17,48	16,66	15,29

¹ Valores em porcentagem da massa seca; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; FDNi = fibra em detergente neutro indigestível; ²FM = fubá de milho (kg/vaca dia); FS = farelo de soja (kg/vaca/dia).

Cada quadrado latino foi avaliado por três períodos experimentais, com duração de 10 dias cada período, sendo os sete primeiros dias destinados à adaptação às dietas e os demais dias para avaliação de consumo, digestibilidade dos componentes das dietas, produção de leite e variação de peso corporal.

As vacas foram alojadas em baias individuais, com cerca de arame farpado e piso de terra batida, com área coberta de 24 m², dotadas de cocho coberto para fornecimento de alimentos, bebedouro para fornecimento de água e saleiro.

Os animais receberam silagem de milho, diariamente, pela manhã, sendo permitidas, aproximadamente, 10% de sobras, além de sal mineral e água à vontade. Os concentrados foram fornecidos duas vezes ao dia, durante as ordenhas da manhã e da tarde.

Para avaliar o consumo voluntário, realizaram-se pesagens individuais, diárias, dos concentrados e da silagem fornecidos, mantendo-se as sobras de alimento na ordem de 10%, com base na matéria natural.

Para avaliação e quantificação de consumo voluntário, foram considerados os alimentos fornecidos entre o sexto e nono dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o sétimo e décimo dia. Amostras dos alimentos fornecidos, e sobras no final de cada período experimental, foram compostas, de forma representativa, por animal e por período, e armazenadas em sacos plásticos e congeladas (-20 °C), para posteriormente serem processadas.

Para estimação dos coeficientes de digestibilidade, foram realizadas coletas de fezes diretamente do reto dos animais, em três dias consecutivos (sétimo ao nono dia de cada período experimental), segundo a distribuição: 7º dia - 6 h e 14 h, 8º dia - 8 h e 16 h e 9º dia - 10 h e 18 h. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas (-20 °C). No décimo dia de cada período experimental, foi registrada a produção de leite e o peso corporal. As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes por dia, às 6:00 h e 14:00 h, com a presença dos bezerros durante as ordenhas. Para análises laboratoriais, as amostras compostas dos alimentos fornecidos, sobras de volumoso e fezes, por animal e por período experimental, foram descongeladas e pré-secas em estufa de ventilação forçada (60 °C/72-96h). Foram homogeneizadas e processadas em moinho tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm. Posteriormente, elaboraram-se amostras compostas por animal e período experimental, com base no peso da amostra seca ao ar, as quais foram acondicionadas em potes plásticos.

As análises da composição em massa seca (MS), dos teores de material mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) foram realizadas segundo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram estimados segundo recomendações de Mertens (2002), utilizando-se alfa-amilase termooestável.

As correções no tocante aos teores de cinzas e proteína contidos na FDN e na fibra em detergente ácido (FDA) foram conduzidas conforme recomendações de Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

Os procedimentos para avaliação dos teores de FDN e FDA foram conduzidos em analisador de fibras (Ankom[®]). A metodologia do aparelho foi adaptada para análise de FDN e FDA em sacos de tecido-não-tecido (TNT, 100 g/m², dimensão 4x5). Amostras de alimentos, sobras e fezes foram moídas em tamanho de 1 mm. A relação detergente neutro:amostra foi mantida em 100 mL/g de MS, com tempo efetivo de extração de uma hora.

As amostras foram submetidas à lavagem com detergente neutro por uma hora, em temperatura de 100 °C. Após a extração, foram realizadas lavagens sequenciais com água quente e acetona. Após esse procedimento, os sacos foram secos em estufa com ventilação forçada (60 °C/72 horas) e, sequencialmente, em estufa não-ventilada (105 °C/45 minutos), acondicionados em dessecador e pesados. Para o manejo do dessecador, os sacos foram colocados em grupos não superiores a 20 unidades para que o tempo de pesagem não se tornasse demasiadamente prolongado e houvesse alteração de peso devido à higroscopicidade da fibra. Após a determinação da FDN, foi realizada a determinação da FDA, sequencialmente, utilizando-se a mesma metodologia, substituindo-se o detergente neutro pelo detergente ácido e sem o uso de alfa-amilase.

O teor de carboidratos totais (CT) foi calculado segundo Sniffen et al. (1992):

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

O teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) foi calculado como proposto por Detmann e Valadares Filho (2010), sendo: $CNF = 100 - (MM - EE - FDN_{cp} - PB)$

Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) observados foram calculados para as diferentes dietas, conforme descrito por Weiss et al. (1992), e adotado pelo NRC (2001): $NDT (\%) = PBd + FDNd + CNFd + 2,25 \times EEd$, em que PBd, FDNd, CNFd e EEd representam o total de nutrientes digestíveis e NDT encontra-se na base da massa seca das dietas.

As estimativas de excreção fecal foram obtidas utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. As amostras de silagem e fezes, secas e moídas em peneira de malha de 2mm, foram acondicionadas em sacos de TNT (100 g/m², dimensão 4x5 cm) em triplicata, sendo que as alíquotas acondicionadas obedeceram a relação de 27 mg de MS por centímetro quadrado de superfície. Os sacos foram incubados via fístula no rúmen de uma novilha mestiça recebendo dieta

mista, por 264 horas (Casali et al., 2008). Após o período de incubação, os sacos foram lavados em água corrente até a mesma apresentar-se totalmente límpida. Posteriormente, os sacos com amostra foram submetidos à extração com detergente neutro (Mertens, 2002), durante uma hora, para serem submetidos à análise de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre o consumo e a concentração fecal de FDNi.

As amostras de leite foram obtidas das ordenhas nos horários da manhã e da tarde, na razão de 2/3 e 1/3, respectivamente, sendo compostas por animal e por período, acondicionadas em frascos contendo Bronopol[®], mantidas entre 2 e 6 °C, e enviadas para o Laboratório de Qualidade do Leite do Centro Nacional de Pesquisas de Gado de Leite, CNPGL-EMBRAPA, em Juiz de Fora-MG, para análise dos teores de proteína, gordura, lactose, extrato seco total e contagem de células somáticas, segundo metodologia descrita pelo International Dairy Federation (IDF, 1996). A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLG) foi obtida pela equação citada por Sklan et al. (1992); onde $PLG = (0,432 + 0,1625 \times G) \times Kg$ de leite, em que $G = \%$ de gordura no leite.

A eficiência alimentar foi calculada para cada vaca, dividindo-se a produção média de leite pela ingestão média de MS de cada período experimental (Valadares Filho et al., 2000).

Os resultados foram submetidos à análise estatística, utilizando o programa PROC GLM (SAS, 9.0). O delineamento utilizado foi em quadrado latino, incluindo efeito de tratamento, quadrado latino, animal dentro de quadrado latino e período.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de média (Tukey), adotando-se o nível de significância de 10%, para avaliar o efeito dos níveis de suplementação energética e proteica sobre as variáveis: consumo, digestibilidade, produção e composição de leite e eficiência alimentar.

RESULTADOS

O consumo de massa seca e das frações nutricionais em dietas à base de fubá de milho+farelo de soja não foi influenciado pelos tratamentos ($P>0,10$), exceto o consumo de proteína bruta (kg/dia e g/kg de peso corporal), o qual se elevou com o aumento nos níveis de farelo de soja (Figura 1; Tabela 3).

Os consumos de massa seca e das frações nutricionais em kg/dia e g/kg de peso corporal foram maiores ($P<0,10$) à medida que se aumentou o nível de farelo de soja, exceto o consumo de fibra em detergente neutro (FDNcp) e carboidratos não fibrosos (CNFcp) corrigidos para cinzas e proteína expressos em g/kg de peso corporal, que não foram afetados ($P<0,10$) (Tabela 3) (Figura 1). Os testes de média mostraram que os consumos diários de volumoso, extrato etéreo, FDNcp e CNFcp somente aumentaram quando a adição de farelo de soja passou de 0,8 kg/dia para 1,6 kg/dia e o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentou, apenas, quando se adicionou 3,2 kg/dia de farelo de soja (Tabela 3).

Em dietas à base de fubá de milho, os consumos diários de massa seca total e de volumoso, massa orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, FDNcp e CNFcp se elevaram ($P<0,10$) à medida que se aumentou o nível do mesmo. Os testes de média mostraram que os consumos diários de volumoso e NDT somente aumentaram quando a adição de farelo de soja passou de 0,8 kg/dia para 1,6 kg/dia (Tabela 3).

Os coeficientes de digestibilidade da MS e dos nutrientes não diferiram ($P>0,10$) quando se adicionou diferentes níveis de farelo de soja misturado ao fubá de milho

(Tabela 4). Nas dietas à base de farelo de soja, o efeito ficou restrito à digestibilidade da PB, que aumentou ($P<0,10$) quando a adição de farelo de soja passou de 1,6 kg/dia para 3,2 kg/dia (Tabela 4) (Figura 2).

Houve diminuição da digestibilidade da MS, MO e CNF, quando se aumentou o fubá de milho de 0,8 kg/dia para 3,2 kg/dia para as dietas à base de fubá de milho ($P<0,10$). A digestibilidade da PB, EE e FDNcp não se alterou com os tratamentos. O valor de NDT diminuiu apenas quando se forneceu 3,2 kg/dia de fubá de milho (Tabela 4).

Ao comparar os valores estimados e observados de consumo de MS, NDT e PB (Tabela 4), verifica-se que as exigências de NDT e PB só foram satisfeitas plenamente nas dietas contendo 0,8 kg de fubá de milho + 2,4 kg de farelo de soja ou 3,2 kg de farelo de soja. As dietas contendo fubá de milho não atenderam sequer as exigências de NDT, devido aos menores valores de NDT e consumo de MS observados (Tabelas 4 e 5).

A produção de leite e a sua composição não foram influenciadas pelos tratamentos ($P>0,10$) (Tabela 6).

O peso corporal e a eficiência alimentar relacionada ao CMS (kg de leite/kg de MS consumida) não foram alterados ($P>0,10$) pelos tratamentos (Tabela 7). A eficiência alimentar em relação ao fornecimento de concentrado (kg de leite/kg de concentrado) não alterou ($P>0,10$) ao se trabalhar com diferentes níveis de farelo de soja misturado ao fubá de milho, mantendo-se o nível de concentrado constante. Entretanto, a eficiência decresceu quando se adicionaram níveis crescentes de farelo de soja ou fubá de milho, em que foram verificados melhores resultados com 0,8 kg/dia de farelo de soja ou fubá de milho (Tabela 6) (Figura 3).

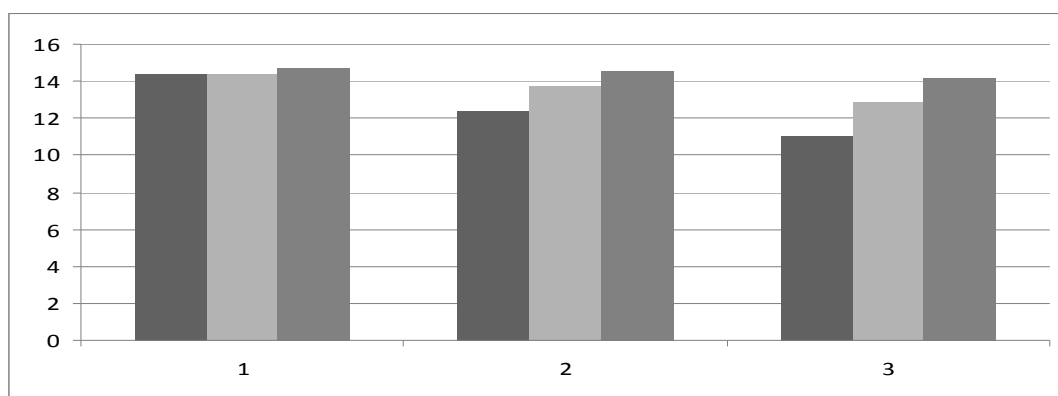


Figura 1 - Consumo de massa seca (kg/vaca dia) dos tratamentos fubá de milho+farelo de soja – 1 (2,4+0,8; 1,6+1,6; e 0,8+2,4 kg/vaca dia), farelo de soja – 2 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) e fubá de milho – 3 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) em vacas leiteiras consumindo silagem de milho.

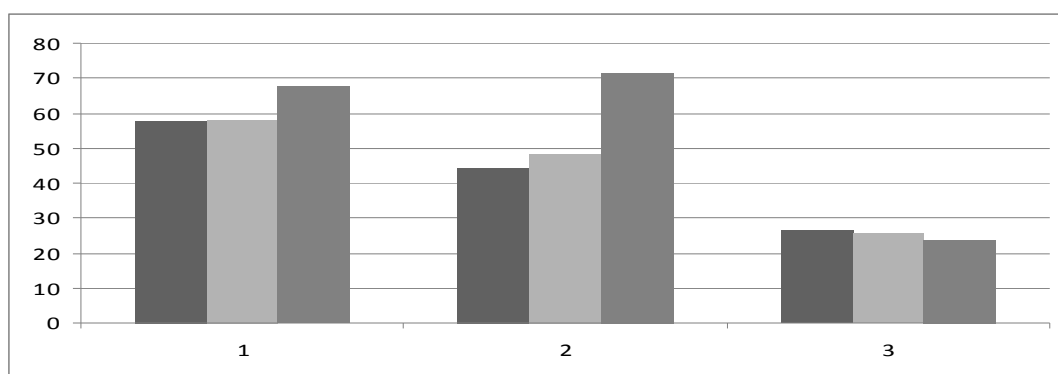


Figura 2 - Digestibilidade (%) da proteína bruta dos tratamentos fubá de milho+farelo de soja – 1 (2,4+0,8; 1,6+1,6; e 0,8+2,4 kg/vaca dia), farelo de soja – 2 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) e fubá de milho – 3 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) em vacas mestiças consumindo silagem de milho.

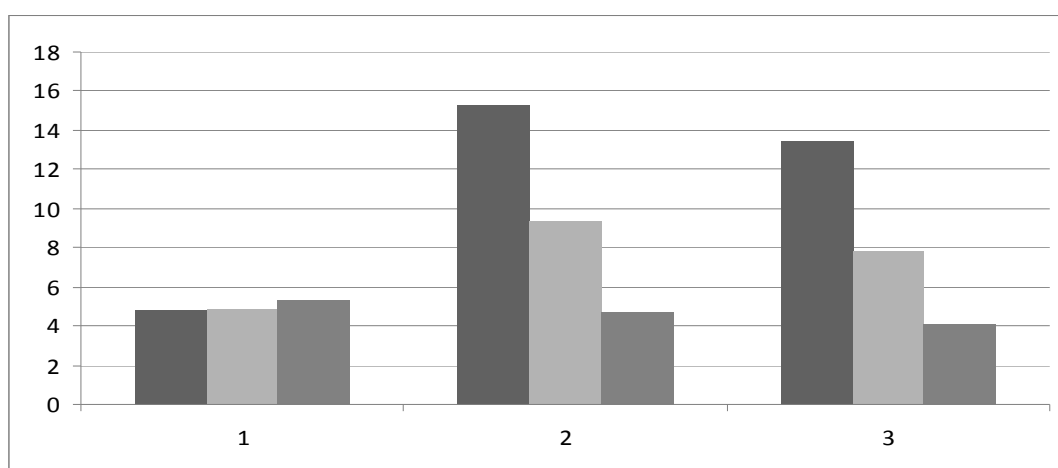


Figura 3 - Eficiência do uso de concentrado (kg de leite/kg de concentrado) dos tratamentos fubá de milho+farelo de soja – 1 (2,4+0,8; 1,6+1,6; e 0,8+2,4 kg/vaca dia), farelo de soja – 2 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) e fubá de milho – 3 (0,8; 1,6 e 3,2 kg/vaca dia) em vacas mestiças consumindo silagem de milho.

Tabela 3 - Consumo de massa seca e frações nutricionais em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia)

Item	Fubá de milho+ Farelo de soja ¹					Farelo de soja ¹					Fubá de milho ¹				
FM	2,4	1,6	0,8	Valor	CV	-	-	-	Valor	CV	0,8	1,6	3,2	Valor	CV
FS	0,8	1,6	2,4	P	(%)	0,8	1,6	3,2	P	(%)	-	-	-	P	(%)
CMS (kg/dia)	14,4	14,4	14,7	0,688	2,7	12,4c	13,8b	14,6a	0,011	1,5	11,1c	12,9b	14,2a	0,015	2,6
CMSvol (kg/dia)	11,5	11,5	11,8	0,712	3,4	11,5b	12,2a	11,7ab	0,091	1,7	10,2b	11,4a	11,4a	0,077	3,1
CMS (g/kgPC)	33,9	34,9	33,7	0,693	4,7	25,2b	28,7ab	32,1a	0,095	6,7	28,0	24,7	30,1	0,379	13,2
CMS (g/kgPC ^{0,75})	154	157	154	0,784	3,9	118b	134ab	148a	0,072	5,3	124	118	140	0,315	10,4
CMO (kg/dia)	13,5	13,4	13,7	0,615	2,6	11,5c	12,8b	13,6a	0,012	1,5	10,3c	12,0b	13,3a	0,014	2,7
CPB (kg/dia)	1,29c	1,59b	1,90a	<0,001	1,2	1,11c	1,51b	2,21a	<0,001	0,7	0,739c	0,859b	0,984a	0,009	2,4
CEE (kg/dia)	0,2360	0,2290	0,225	0,318	2,9	0,188b	0,207a	0,215a	0,009	1,1	0,178c	0,211b	0,242a	0,009	2,6
CFDN _{cp} (kg/dia)	5,62	5,61	5,76	0,560	2,9	5,35b	5,82a	5,77a	0,047	1,7	4,46b	5,32ab	5,47a	0,077	5,3
CCNF _{cp} (kg/dia)	6,38	6,05	5,82	0,131	3,1	4,91b	5,30a	5,43a	0,031	1,6	4,92c	5,70b	6,71a	<0,001	0,8
CNDT (kg/dia)	9,25	7,85	8,53	0,616	18,1	6,26b	6,49b	8,29a	0,047	6,0	5,57b	6,29a	6,37a	0,062	3,2
CMO (g/kgPC)	31,8	32,6	31,6	0,759	4,9	23,4b	26,7ab	29,8a	0,098	6,8	26,0	23,1	28,3	0,360	13,1
CPB (g/kgPC)	3,04c	3,84b	4,37a	0,013	3,5	2,25c	3,13b	4,82a	0,009	6,6	1,85	1,64	2,10	0,170	9,7
CEE (g/kgPC)	0,5560	0,5550	0,517	0,277	4,3	0,382b	0,432ab	0,474a	0,096	6,0	0,449	0,405	0,512	0,271	12,4
CFDN _{cp} (g/kgPC)	13,2	13,5	13,2	0,782	4,3	10,8	12,1	12,7	0,201	6,7	11,2	10,1	11,6	0,676	16,6
CCNF _{cp} (g/kgPC)	15,0	14,7	13,3	0,214	5,4	10,0	11,1	12,0	0,172	7,0	12,5	10,9	14,1	0,187	10,7
CNDT (g/kgPC)	21,7	19,1	19,6	0,758	21,4	12,7	13,5	18,3	0,098	11,5	14,1	12,0	13,3	0,384	11,2

FM = Fubá de milho; FS = Farelo de soja. ¹Médias seguidas por letras diferentes, dentro de cada tratamento, diferem pelo teste de Tukey (P<0,10).

Tabela 4 - Digestibilidade da massa seca e frações nutricionais e teor de nutrientes digestíveis totais em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia)

Item	Fubá de milho+Farelo de soja ¹					Farelo de soja ¹					Fubá de milho ¹				
FM	2,4	1,6	0,8	Valor P	CV (%)	-	-	-	Valor P	CV (%)	0,8	1,6	3,2	Valor P	CV (%)
FS	0,8	1,6	2,4			0,8	1,6	3,2			-	-	-		
DMS (%)	66,6	57,3	60,7	0,631	17,1	53,5	50,0	59,8	0,117	5,8	53,8a	50,5ab	47,3b	0,041	2,3
DMO (%)	66,1	56,6	60,2	0,669	19,3	53,0	49,2	59,0	0,127	6,0	52,8a	49,7ab	46,3b	0,069	3,1
DPB (%)	57,7	58,3	67,7	0,382	12,3	44,5b	48,4b	71,5a	0,007	3,9	26,7	25,8	23,9	0,920	33,8
DEE (%)	74,2	61,2	68,1	0,379	12,9	53,8	39,7	63,6	0,257	23,3	50,2	56,4	42,8	0,593	28,4
DFDN _{cp} (%)	54,1	43,0	52,6	0,472	19,7	44,1	45,9	48,9	0,603	11,3	46,0	44,2	40,9	0,654	13,9
DCNF _{cp} (%)	79,2	68,6	64,1	0,608	23,7	64,0	53,4	63,5	0,276	10,5	62,0a	58,8ab	52,6b	0,091	4,5
NDT (%)	64,1	54,5	57,8	0,629	18,8	50,5	47,5	56,5	0,142	6,5	50,2a	48,5a	44,3b	0,041	2,3

FM = Fubá de milho; FS = Farelo de soja. ¹Médias seguidas por letras diferentes, dentro de cada tratamento, diferem pelo teste de Tukey (P<0,10).

Tabela 5 - Valores estimados e observados de consumo de massa seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho – FM (kg/dia) e farelo de soja – FS (kg/dia)

Item	Exigência ¹	Fubá de milho + Farelo de soja			Farelo de soja			Fubá de milho		
		FM: 2,4	1,6	0,8	-	-	-	0,8	1,6	3,2
		FS: 0,8	1,6	2,4	0,8	1,6	3,2	-	-	-
MS	13,7	14,20	14,40	14,70	12,40	13,80	14,60	11,10	12,90	14,20
Diferença		+0,50	+0,70	+1,00	-1,30	+0,10	+0,90	-2,60	-0,80	+0,50
NDT	8,43	9,25	7,85	8,53	6,26	6,49	8,29	5,75	6,29	6,37
Diferença		+0,82	-0,58	+0,10	-2,17	-1,94	-0,14	-2,68	-2,14	-2,06
PB	1,82	1,29	1,59	1,90	1,11	1,51	2,21	0,74	0,86	0,98
Diferença		-0,53	-0,23	+0,08	-0,71	-0,31	+0,39	-1,08	-0,96	-0,84

¹ Sistema Viçosa de Formulação de Rações (Lana 2007), com base em dados do NRC (2001) para vacas lactantes com 452 kg de peso corporal e produção de leite 12,8kg/dia com 3,5% de gordura.

Tabela 6 - Produção e composição do leite em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia)

Item	Fubá de milho+Farelo de soja ¹					Farelo de soja ¹					Fubá de milho ¹				
	FM	1,6	0,8	Valor	CV	-	-	-	Valor	CV	0,8	1,6	3,2	Valor	CV
	0,8	1,6	2,4	P	(%)	0,8	1,6	3,2	P	(%)	-	-	-	P	(%)
Produção de leite (kg/dia)	13,8	12,2	15,4	0,211	5,2	13,4	14,5	13,6	0,769	14,0	11,7	12,0	11,7	0,847	5,9
PLG (kg/dia)	17,3	19,8	21,1	0,110	6,14	15,1	19,3	18,0	0,580	24,6	12,6	14,0	13,6	0,750	24,1
Gordura (g/dia)	696	838	885	0,114	7,5	574	800	746	0,543	31,5	465	541	528	0,737	22,8
Proteína (g/dia)	603	671	761	0,130	7,8	630	720	504	0,312	20,4	438	462	451	0,862	11,4
Lactose (g/dia)	925	987	1127	0,250	10,1	865	1027	779	0,525	25,7	645	620	625	0,821	7,8
Extrato seco total (g/dia)	2.415	2.702	3.002	0,162	8,3	2.243	2.761	2.164	0,375	18,2	1.680	1.753	1.734	0,899	11,3
Extrato seco deseng. (g/dia)	1.718	1.864	2.117	0,199	9,2	1.669	1.691	1.428	0,303	18,1	1.214	1.212	1.205	0,994	9,0
Gordura (%)	5,04	5,90	5,75	0,127	5,5	4,03	5,21	5,39	0,443	23,4	4,03	4,48	4,43	0,762	17,4
Proteína (%)	4,33	4,67	4,92	0,101	3,6	4,49	4,78	3,61	0,220	13,0	3,61	3,82	3,79	0,574	6,1
Lactose (%)	6,64	6,87	7,28	0,312	5,4	6,19	6,89	5,63	0,440	15,5	5,23	5,10	5,23	0,524	2,6
Extrato seco total (%)	17,3	18,8	19,4	0,153	4,2	15,9	18,3	15,7	0,278	9,2	14,0	14,5	14,5	0,777	7,1
Extrato seco deseng. (%)	12,3	12,9	13,6	0,208	4,5	11,9	13,1	10,4	0,158	8,6	9,92	9,99	10,1	0,869	3,9

FM = Fubá de milho; FS = Farelo de soja. ¹Médias seguidas por letras diferentes, dentro de cada tratamento, diferem pelo teste de Tukey (P<0,10).

Tabela 7 - Variação de peso, eficiência do uso de concentrado e eficiência alimentar em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá e milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia) em dietas à base de silagem de milho

Item	Fubá de milho+farelo de soja ¹					Farelo de soja ¹					Fubá de milho ¹				
	2,4	1,6	0,8	Valor	CV	-	-	-	Valor	CV	0,8	1,6	3,2	Valor	CV
FM	0,8	1,6	2,4	P	(%)	0,8	1,6	3,2	P	(%)	-	-	-	P	(%)
Peso corporal (kg)	414	421	434	0,42	3,81	466	464	496	0,37	4,89	450	546	419	0,12	8,38
Eficiência de uso de concentrado (kg de leite/kg de concentrado)	4,81	4,94	5,34	0,234	5,2	15,3a	9,40b	4,69b	0,028	16,1	13,5a	7,84b	4,10c	0,018	13,1
Eficiência alimentar (kg leite/kg MS consumida)	0,95	0,99	1,06	0,403	7,2	1,08	1,05	0,92	0,524	14,4	1,04	0,93	0,82	0,110	7,3

FM = Fubá de milho; FS = Farelo de soja. ¹Médias seguidas por letras diferentes, dentro de cada tratamento, diferem pelo teste de Tukey (P<0,10).

DISCUSSÃO

O maior consumo de PB deve-se à maior disponibilidade deste nutriente na dieta, em virtude da adição de concentrado. Nas dietas à base de farelo de soja e dietas à base de fubá de milho, o aumento do consumo de MS, MO, EE, CNF e NDT, nas dietas contendo maiores níveis de concentrado, deve-se à maior densidade física do concentrado, com diminuição do tamanho de partículas em relação ao volumoso, tendo, como consequência, maior taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal, possibilitando o aumento do consumo (Owens & Goetsch, 1993). Resultados semelhantes foram encontrados em estudos com diferentes proporções de concentrado com vacas holandesas confinadas (Kesler & Spahr, 1964; Costa et al., 2005; Silva, 2007).

O aumento do consumo de FDN, observado neste experimento, mostra um efeito associativo positivo entre o aumento de concentrado e a digestão da fibra, havendo elevação do consumo de concentrado concomitantemente ao aumento do consumo de silagem de milho. Resposta quadrática para o consumo de FDN tem sido observada, similarmente ao ocorrido neste experimento, como é o caso dos trabalhos desenvolvidos por Gesualdi et al. (2000) e Silva et al. (2002).

O maior consumo de PB, no concentrado à base de farelo de soja, provavelmente influenciou a maior digestibilidade da PB, encontrada em dietas à base de farelo de soja, devido à diluição da fração endógena de nitrogênio no total de nitrogênio excretado (Coelho da Silva & Leão, 1979).

A diminuição do coeficiente de digestibilidade da MS, MO, CNF e NDT, encontrada neste trabalho em dietas à base de fubá de milho, contradiz a expectativa de aumento de digestibilidade destas frações nutricionais. No entanto, a diminuição da digestibilidade destes constituintes deve estar associada ao maior consumo, que pode ter ocasionado maior taxa de passagem e, portanto, reduziu o tempo de permanência dos alimentos no trato gastrointestinal, reduzindo a digestibilidade da dieta, já que a digestão é resultante da interação entre as taxas de degradação e de permanência da digesta nos locais de digestão (Van Soest, 1994).

Esperava-se que o aumento de concentrado na dieta influenciasse positivamente a produção de leite, devido à elevação do fornecimento de energia, com diminuição da proporção de volumoso, fato não ocorrido neste experimento. A justificativa para tais resultados pode estar associada à baixa eficiência alimentar (kg de leite produzido/kg de MS consumida), constatada neste experimento, pois, segundo Hutjens (2005), a faixa de eficiência alimentar considerada ideal para aumento da produção de leite deve ficar entre 1,4 e 1,56 kg de leite/kg de MS, enquanto neste experimento a faixa de eficiência ficou entre 0,82 e 1,08 (Tabela 4). Pode-se inferir que os nutrientes adicionados pela dieta, com o aumento do concentrado, não foram suficientes para serem convertidos em produção de leite.

O NRC (2001) fornece recomendações para suplementação com lisina e metionina, relativas à proteína metabolizável total, com base nos trabalhos de Schwab et al. (1992b) e Rulquin et al. (1993). Estes autores observaram que a síntese de proteína do leite é maximizada quando os teores de lisina e metionina na proteína metabolizável são de 7,2% e 2,4%, respectivamente. A relação ótima de Lis:Met é próxima de 3:1, sendo que relações inferiores têm se mostrado pouco eficazes no aumento da proteína do leite de vacas leiteiras. A fonte de proteína usada neste experimento foi o farelo de soja, que, embora seja rico em proteína, não atende as proporções estabelecidas acima para aumento de proteína do leite, haja vista ser deficiente em lisina. Este é, provavelmente, o motivo da não alteração dos teores de proteína do leite, ocorrida neste experimento.

Quanto ao teor de gordura do leite, esperava-se que houvesse diminuição, à medida que se aumentou a quantidade de concentrado na dieta, devido, principalmente, à redução do nível de fibra, o que, geralmente, resulta numa série de eventos, que ocorrem em cascata: menor mastigação pelo animal; menor secreção de saliva, com consequente diminuição do tamponamento do rúmen; maior produção de ácidos graxos

voláteis; decréscimo do pH ruminal; mudança da população microbiana ruminal; e redução da relação acetato:propionato (Mertens, 2001). Todos estes fatores contribuem para a diminuição do teor de gordura do leite do animal. Contudo, neste experimento, os teores de gordura do leite permaneceram inalterados. Tal comportamento dos teores de gordura do leite possivelmente é explicado pelo fato de que, mesmo se aumentando a proporção de concentrado, o consumo de volumoso e o consumo de FDN permaneceram constantes ou, até mesmo, aumentaram (Tabela 6), mantendo-se, assim, provavelmente, a produção de acetato, não interferindo nos teores de gordura do leite.

A redução da eficiência alimentar com ao aumento de milho e farelo de soja se dá pelo limite biológico de utilização, conforme Lana (2009), que demonstrou comportamento curvilíneo na resposta animal em função do fornecimento de nível crescente de suplementação.

CONCLUSÕES

O fornecimento de fubá de milho ou farelo de soja, nas quantidades analisadas neste experimento, para vacas mestiças com 80 dias de lactação, tendo como volumoso a silagem de milho, não promove aumento da produção de leite ou de seus constituintes, sendo que a eficiência do uso do concentrado diminui ao se elevar o nível de suplementação.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159 p.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583 p.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 335-342, 2008.

COSTA, M. G.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2437-2445, 2005. (supl.)

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

DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S. et al. Validação de equações preditivas da fração indigestível da fibra em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1866-1875, 2004.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION – IDF. **Whole milk determination of milk fat, protein and lactose content. Guide for the operation of mid infrared instruments**. Bruxelas: 1996. 12 p. (IDF Standart 141 B)

JANSSEN, H. P. Alimentação da vaca recém-parida. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO DE LEITE, TÉCNICAS E ALTERNATIVAS, 1994, Castro. **Anais...** Castro: Fundação ABC e Cooperativa Central de Laticínios do Paraná, 1994. p. 68-74.

LANA, R. P. Sistema Viçosa de formulação de rações. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 91 p.

LANA, R. P. Uso racional de recursos naturais não renováveis: aspectos biológicos, econômicos e ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 330-340, 2009. (suplemento Especial).

LICITRA, G; HERNANDEZ, T. M; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

MARAIS, J. P. **Farm animal metabolism and nutrition**. In: D' MELLO, J. P. F. (Ed.). Cab International, 2000.

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

MURPHY J.J., O'MARA, F. Nutritional manipulation of milk protein concentration and its impact on the dairy industry. **Livestock Production Science**, v. 35, p. 117-134, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, DC: Academic Press, 2001. 381 p.

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

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acid and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy science**, v. 75, p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C. J.; O' CONNOR, J. D.; Van SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 7, p. 3562-3577, 1992.

OWENS, F. N.; GOETSH, A. L. Fermentação ruminal. In: CHURCH, D. C. **El rumiante: fisiologia digestiva y nutricion**. Zaragoza, Espanha: ed. Acríbia, 1993. p. 159-190.

RULQUIN, H.; PISULEWSKI, P. M.; VE´RITE´, R. et al. Milk production and composition as a function of postruminal lysine and methionine supply: A nutrient-response approach. **Livestock Production Science**, v. 37, p. 69-90, 1993.

SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. Nutrient requirement versus supply in dairy cow. Strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 11, p. 3660-3178, 1993.

SHWAB, C.; BOZAK, C. K.; WHITEHOUSE, N. L. et al. Amino acid limitation. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 3503-3518, 1992.

VALADARES FILHO, S. C.; BRODERICK, G. A.; VALADARES, R. F. D. et al. 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.

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

CAPÍTULO 2

Desempenho de vacas mestiças em função de suplementação energética e proteica em dietas à base de cana-de-açúcar

RESUMO - Avaliaram-se níveis de concentrados energéticos e proteicos em seis vacas Holandês x Zebu com peso corporal (PC) médio de 450 ± 10 kg, de primeira lactação, 60 dias pós-parto e produção de 10,0 kg de leite/dia, em dietas à base de cana-de-açúcar (*Sacharum* spp) corrigida com 0,3% de uréia:sulfato de amônia 9:1. O experimento foi realizado em confinamento na seca com seis vacas distribuídas em quadrado latino 6x6, em seis períodos de 10 dias, sendo os tratamentos distribuídos em fatorial 2x3 (0,8 e 1,6 kg de fubá de milho - FM/vaca/dia; e 0,0; 1,2 e 2,4 kg de farelo de soja - FS/vaca dia). Com o aumento dos níveis de FM foi observado aumento no consumo de massa seca (MS), massa orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNFcp) corrigidos para cinzas e proteína e nutrientes digestíveis totais (NDT), sem efeito sobre o consumo de volumoso e fibra em detergente neutro (FDNcp). O FM aumentou ainda os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EE e NDT, não alterou a produção e composição do leite e o PC e variação de PC. Com o aumento dos níveis de FS foi observado aumento no consumo de MS e de todos os constituintes, na maioria das vezes de forma quadrática, com exceção do consumo de volumoso, que permaneceu inalterado. O FS aumentou ainda os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e CNFcp, aumentou a produção diária de leite e a produção diária e teor de seus constituintes, com exceção do teor de gordura, extrato seco total e contagem de

células somáticas, e não alterou o PC e variação de PC. Houve interação entre FM e FS para consumos de CNFcp e de NDT em kg/dia e g/kg de PC, em que não houve benefício do FM nos níveis mais elevados de FS. O FS estimulou a digestibilidade da FDNcp somente no mais baixo nível de FM e aumentou o teor de proteína no leite no nível mais alto de FM. A melhor eficiência de uso do concentrado se deu com 0,8 kg de FM e a pior com 1,6 kg de FM + 2,4 kg de FS, sendo que o FM diminuiu a eficiência com maior intensidade nos menores níveis de FS. Os valores observados de consumo de MS, NDT e PB foram sempre inferiores às exigências do NRC 2001, especialmente nos níveis mais baixos de suplementação. Concluindo, a adição de FM e FS nos níveis utilizados aumentam os consumos das frações nutricionais e a digestibilidade dos nutrientes; 1,2 kg de FS aumentam a produção de leite e à medida que se eleva os níveis de concentrado na dieta, diminui a eficiência no uso de concentrado.

Palavras-chave: concentrado, consumo, digestibilidade, farelo de soja, fubá de milho, leite.

Performance of crossbred cows as a function of energetic and proteic supplementation in diets based on sugarcane

ABSTRACT - It was evaluated levels of energy and protein concentrates sources on six Holstein x Zebu cows with mean BW of 450 ± 10 kg, first lactation, 60 days post-partum and production of 10.0 kg of milk per day, in diets based on sugar cane (*Sacharum spp*) corrected with 0.3% urea ammonia sulfate: 9:1. The experiment was performed in confinement in dry season with six cows distributed in 6x6 Latin square, in six periods of 10 days, being distributed in 2x3 factorial treatments (0.8 and 1.6 kg of corn meal -CM/cow/day; and 0.0; 1.2 and 2.4 kg of soybean meal-SBM/cow/day). With the increased levels of CM it was observed increase in consumption of dry mass (DM), organic mass (OM), crude protein (CP), Ethereal extract (EE), non-fibrous carbohydrate (NFCap) corrected for ash and protein and total digestible nutrients (TDN), without effect on the consumption of forage and neutral detergent fiber (NDFap). The CM also increased digestibility coefficients of DM, OM, EE and TDN, did not change the production and milk composition and the BW and BW variation. With the increased levels of SBM it was observed increase in consumption of DM and all constituents, most often of quadratic form, with the exception of consumption of forage, which

remained unchanged. The SBM also increased digestibility coefficients of DM, OM, CP and NFCap, increased the daily production of milk and the daily production and content of its constituents, with the exception of fat, total dry extract and somatic cell count, and did not change the BW and BW variation. There was interaction between CM and SBM in NFCap consumptions and TDN in kg/day and g/kg BW, in which there was no benefit of CM at the highest levels of SBM. The SBM has stimulated the digestibility of NDFap only in the lowest level of CM and increased protein content in milk at the highest level of CM. The best efficiency of use of concentrate happened with 0.8 kg of CM and the worst with 1.6 kg of CM + 2.4 kg of SBM, in which the CM decreased efficiency with greater intensity in lower levels of SBM. The observed values of consumption of DM, TDN and CP were always lower than the NRC 2001 requirements, especially at lower levels of supplementation. In conclusion, the addition of CM and SBM in the used levels increase the consumption of nutritional fractions and digestibility of nutrients; 1.2 kg of SBM increase the production of milk and as rises concentrate levels in the diet, the efficiency in the use of concentrate decreases.

Keywords: concentrate, consumption, digestibility, soybean meal, corn meal, milk.

INTRODUÇÃO

O conhecimento das exigências nutricionais dos animais, bem como da composição dos alimentos, possibilita a formulação de dietas que permitem maximizar o aproveitamento dos nutrientes pelo animal, exigidos para os vários níveis de produção. Os custos variam desde a necessidade de maior ou menor suplementação devido à variação sazonal da qualidade da forragem, até a variação de preços e disponibilidade de suplementos no mercado.

No custo de alimentação, não só os alimentos concentrados, mas também os alimentos volumosos têm participação importante, pois representam de 40 a 80% da matéria seca (MS), dependendo da intensificação do sistema e das dietas das várias categorias que compõem o rebanho leiteiro. Além disso, a qualidade do volumoso demanda variações na qualidade e quantidade de ração concentrada. Desse modo, é importante a otimização da relação entre alimentos volumosos e concentrados fornecidos aos animais.

A produção de leite é largamente dependente do consumo de energia e proteína metabolizáveis, os quais são altamente influenciados, tanto pela qualidade da forragem e interação da forragem com a população microbiana do rúmen, quanto pelos fatores relacionados aos animais e a outros nutrientes da dieta (Allen, 1996).

Nestas condições, o desempenho animal depende da produção e da qualidade da forragem ofertada, da quantidade e composição nutricional das rações e das condições de manejo e estágio de lactação.

A utilização de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na produção leiteira é uma prática freqüente, principalmente por ser um volumoso de fácil cultivo, com alto potencial de produção, boa aceitação pelos animais, baixo custo por unidade de MS produzida, em comparação a outras forrageiras tradicionais, e maior disponibilidade na estação seca do ano (Mendonça et al., 2004). Embora a relação custo benefício na utilização de alguns volumosos esteja diretamente ligada à qualidade nutricional, é necessário considerar que quando a cana-de-açúcar é utilizada como alimento básico, apresenta algumas limitações de ordem nutricional, entre estas a associada à redução do consumo de MS, ocasionada, principalmente, pela baixa digestibilidade da fibra, o que pode comprometer o consumo voluntário (Leng, 1988). Além disso, entre outras limitações, encontram-se o baixo teor de proteína, o alto teor de carboidratos solúveis e o pequeno aporte pós-ruminal de aminoácidos e precursores gliconeogênicos. Desse modo, é necessária correção nutricional com utilização de outros alimentos de melhor qualidade, que contribuem para o maior aproveitamento no consumo e digestibilidade dos nutrientes.

O fornecimento adicional de compostos nitrogenados permite otimizar o aproveitamento de forrageiras tropicais, contribuindo para crescimento e síntese de proteína microbiana e para incremento do consumo voluntário de forragem, melhorando a extração energética a partir de carboidratos fibrosos da forragem, o que resulta em maior aporte de nutrientes para o intestino e ácidos graxos voláteis para o metabolismo energético (Detmann et al., 2004).

De todas as necessidades dietéticas dos ruminantes, a proteína é a de maior custo. Assim, fontes alternativas de proteína e substitutos vêm sendo testados largamente. A utilização de fontes nitrogenadas não proteicas, como a uréia:sulfato de amônio, tem sido altamente utilizada na alimentação do gado leiteiro, por contribuir eficientemente em dietas à base de cana-de-açúcar, permitindo compensar a baixa porcentagem de proteína do volumoso.

Neste contexto, a cana-de-açúcar tem se mostrado como uma importante alternativa de alimentação, sendo aproveitada *in natura*, conservada na forma de silagem e seus derivados, como sacharina, melaço ou bagaço. Trabalhos recentes comprovam a possibilidade do uso de cana-de-açúcar como volumoso para vacas leiteiras de maior potencial produtivo como os de Sousa (2003), Magalhães et al. (2004) e Mendonça et al. (2004).

Em virtude do potencial da cana-de-açúcar e da possibilidade de melhoria na sua utilização, realizou-se este experimento para avaliar o desempenho produtivo em vacas mestiças de primeira lactação, suplementadas com vários níveis de concentrado durante o período da seca.

Existem poucas pesquisas no Brasil avaliando a resposta animal à suplementação, em termos de acréscimo na produção de leite em função do suprimento de níveis de concentrados (energéticos e proteicos), em vacas leiteiras mestiças.

Por isto foi conduzido este experimento com o objetivo de avaliar efeito de diferentes fontes de concentrado (energético e proteico) na produção de leite em dietas de vacas mestiças leiteiras no terço inicial de lactação sobre parâmetros de consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite e eficiência alimentar, considerando a cana-de-açúcar como volumoso único.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Cachoeirinha, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, durante os meses de abril a julho de 2010. A cidade de Viçosa está localizada na região da Zona da Mata, no Estado de Minas Gerais, a 649 m de altitude, geograficamente definida pelas coordenadas 20° 45' 20' de latitude sul e 42° 52' 40' de longitude oeste. O clima é de tipo Cwa, segundo a classificação proposta por Köppen, tendo duas estações definidas: seca, de abril a setembro, e água, de outubro a março. O verão é quente e úmido e o inverno frio e seco.

As análises laboratoriais, para determinação de massa seca e composição química dos alimentos, das fezes e das sobras foram executadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

Foram utilizadas seis vacas mestiças (Holandês x Zebu) com peso corporal (PC) médio inicial de 450 ± 10 kg, de primeira lactação, 60 dias pós-parto e com produção média de 10,0 kg de leite, no início do experimento.

As vacas foram distribuídas em um quadrado latino 6x6. O experimento foi constituído de seis períodos experimentais, com duração de 10 dias cada período, sendo os sete primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para avaliação do consumo.

A distribuição dos tratamentos consistiu de um arranjo fatorial 2x3 dos concentrados, sendo dois níveis de fubá de milho (0,8 e 1,6 kg/vaca/dia) e três níveis de

farelo de soja (0,0; 1,2 e 2,4 kg/vaca dia), fornecidos durante as ordenhas da manhã e da tarde.

As vacas receberam, como volumoso, em torno de 40 kg de matéria natural/dia de cana-de-açúcar (contendo 2,81% de PB) picada e acrescida de 0,3% de mistura uréia:sulfato de amônia 9:1 para atingir consumo de 120 g de uréia/vaca/dia, com um período inicial de adaptação para o consumo de uréia de 60 g/vaca/dia por seis dias. Foram fornecidos sal mineral e água à vontade (Tabela 1).

As vacas foram alojadas e receberam o volumoso em baias individuais, com cerca de arame farpado e piso de terra batida, com área coberta de 24 m², dotadas de cocho coberto para fornecimento de alimentos, bebedouro para fornecimento de água à vontade e saleiro.

Foram avaliados seis tratamentos experimentais, constituídos por dois níveis de fubá de milho e três níveis de farelo de soja, totalizando seis dietas (Tabela 1). A composição bromatológica das dietas experimentais encontra-se na Tabela 2.

Os animais receberam cana-de-açúcar, in natura colhida diariamente, pela manhã, além de sal mineral e água à vontade. Os concentrados foram fornecidos duas vezes ao dia, durante as ordenhas da manhã e da tarde, às 6:00 e 14:00 horas.

Tabela 1 - Composição em ingredientes das dietas experimentais, expresso na base de massa seca (%)

Ingredientes ¹	Tratamento ²						
	FM ²	0,8	1,6	0,80	1,6	0,8	1,6
	FS ²	0,0	0,0	1,20	1,2	2,4	2,4
Cana-de-açúcar		90,0	84,4	81,60	77,0	74,6	68,8
Fubá de milho		6,8	12,7	6,20	11,5	5,7	10,4
Farelo de soja				9,40	8,8	17,1	18,4
Ureia+SA (9:1) ³		1,2	1,1	1,07	1,7	1,0	0,9
Suplemento mineral ⁴		2,00	1,8	1,82	1,0	1,6	1,5

¹Porcentagem da massa seca das dietas experimentais; ²kg de matéria natural de fubá de milho (FM) e/ou farelo de soja (FS)/vaca dia. ³Ureia:sulfato de amônio na proporção 9:1. ⁴Suplemento mineral comercial: cálcio (15,6%); fósforo (5,1%); enxofre (2,0%); magnésio (3,3%); sódio (9,3%); potássio (2,82%); cobalto (0,003%); cobre (0,040%); cromo (0,001%); ferro (0,2%); iodo (0,004%); manganês (0,135%); selênio (0,002%); flúor (0,051%); zinco (0,170%); vitamina A (135.000,00U.I); vitamina D3(68.000,00 U.I.);vitamina E(450,00 U.I.).Solubilidade do fósforo de 95%.

Para avaliar o consumo voluntário, realizaram-se pesagens individuais, diárias dos concentrados e do volumoso fornecido, mantendo-se as sobras de alimento na ordem de 10%, com base na matéria natural.

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar e das dietas experimentais¹

Item	Cana-de-açúcar	Dieta experimental ²					
		FM: 0,8 FS: 0,0	1,6 0,0	0,8 1,2	1,6 1,2	0,8 2,4	1,6 2,4
Massa seca	22,44	28,05	31,12	32,68	35,29	36,66	39,40
Matéria orgânica ¹	95,89	93,55	93,85	93,67	93,93	93,78	94,07
Matéria mineral ¹	4,11	5,47	5,23	5,43	5,22	5,40	5,15
Proteína bruta ¹	2,81	5,70	5,86	9,41	9,41	12,63	12,41
PIDN (%MS) ¹	0,27	0,35	0,43	0,48	0,54	0,59	0,66
PIDA (%MS) ¹	1,62	2,28	2,90	3,19	3,72	3,96	4,52
Extrato etéreo ¹	0,85	0,96	1,07	0,99	1,10	1,02	1,14
FDN ¹	60,03	55,93	53,77	52,72	50,88	49,98	48,04
FDNcp ¹	58,52	54,44	52,26	51,10	49,25	48,26	46,31
FDA ¹	35,32	32,57	31,00	30,68	29,33	29,08	27,62
Lignina ¹	6,33	5,90	5,67	5,50	5,31	5,16	4,96
Carboidratos totais ¹	92,23	87,87	87,84	84,17	84,27	80,95	81,3
Carboidratos não-fibrosos ¹	35,51	37,77	39,56	36,94	41,17	36,31	38,24
FDNi ¹	26,25	24,17	22,96	22,33	21,31	20,77	19,69

¹Valores em porcentagem da massa seca; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA = fibra em detergente ácido FDNi = fibra em detergente neutro indigestível; ²FM = fubá de milho (kg/vaca/dia); FS = farelo de soja (kg/vaca dia).

Para avaliação e quantificação de consumo voluntário, foram considerados os alimentos fornecidos entre o sexto e nono dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o sétimo e décimo dia. Amostras dos alimentos fornecidos, e sobras no final de cada período experimental, foram compostas, de forma representativa, por animal e por período, e armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -20 °C, para posteriormente serem processadas.

Para estimação dos coeficientes de digestibilidade, foram realizadas coletas de fezes diretamente do reto dos animais, em três dias consecutivos (sétimo ao nono dia de cada período experimental), segundo a distribuição: 7º dia – 6 h e 14 h, 8º dia – 8 h e 16 h e 9º dia – 10 h e 18 h. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20 °C. No décimo dia de cada período experimental, foi registrada a produção de leite e o peso corporal. As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes por dia, às 6:00 h e 16:00 h, com a presença dos bezerros durante as ordenhas.

Para análises laboratoriais, as amostras compostas dos alimentos fornecidos, sobras de volumoso e fezes, por animal e por período experimental, foram descongeladas e pré-secas em estufa de ventilação forçada (60 °C/72-96 h). Foram homogeneizadas e processadas em moinho tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm.

Posteriormente, elaboraram-se amostras compostas por animal e período experimental, com base no peso seco ao ar, as quais foram acondicionadas em potes plásticos.

As análises da composição em massa seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e lignina (H_2SO_4 72% p/p) foram realizadas segundo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos volumosos, concentrados e fezes foram avaliados, independentemente, para cada material. A FDN foi estimada segundo recomendações de Mertens (2002), utilizando-se alfa-amilase termoestável. As correções no tocante aos teores de cinzas e proteína contidos na FDN e na fibra em detergente ácido (FDA) foram conduzidas conforme recomendações de Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

Os procedimentos para avaliação dos teores de FDN e FDA nos alimentos foram conduzidos em analisador de fibras (Ankom[®]). A metodologia do aparelho foi adaptada para análise de FDN e FDA em sacos de tecido-não-tecido (TNT, 100 g/m², dimensão 4x5 cm). O material foi moído em tamanho de 1 mm. A relação detergente neutro:amostra foi mantida em 100 mL/g de MS, com tempo efetivo de extração de uma hora.

As amostras foram submetidas à lavagem com detergente neutro por uma hora, em temperatura de 100 °C. Após a extração, foram realizadas lavagens sequenciais com água quente e acetona. Após esse procedimento, os sacos foram secos em estufa com ventilação forçada (60 °C/72 horas) e, sequencialmente, em estufa não-ventilada (105 °C/45 minutos), acondicionados em dessecador e pesados. Para o manejo do dessecador, os sacos foram colocados em grupos não superiores a 20 unidades para que o tempo de pesagem não se tornasse demasiadamente prolongado e houvesse alteração de peso devido à higroscopicidade da fibra. Após a determinação da FDN, foi realizada a determinação da FDA, sequencialmente, utilizando-se a mesma metodologia, substituindo-se o detergente neutro pelo detergente ácido e sem o uso de alfa-amilase.

O teor de carboidratos totais (CT) foi calculado segundo Sniffen et al. (1992):

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

O teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) das dietas contendo uréia foi calculado como proposto por Detmann e Valadares Filho (2010), sendo: $\text{CNF} = 100 - \text{MM} - \text{EE} - \text{FDN}_{\text{cp}} - (\text{PB} - \text{PBU} + \text{U})$.

Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) observados foram calculados para as diferentes dietas, conforme descrito por Weiss et al. (1992), e adotado pelo NRC

(2001): $NDT (\%) = PBd + FDNd + CNFd + 2,25 \times EEd$, em que PBd, FDNd, CNFd e EEd representam o total de nutrientes digestíveis e NDT encontra-se na base da matéria seca das dietas.

A estimativa de excreção fecal foi obtida utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. As amostras de cana-de-açúcar e fezes foram secas e moídas em peneira com malhas espaçadas de 2 mm, foram acondicionadas em sacos de TNT (100 g/m², dimensão 4x5 cm) em triplicata, sendo que as alíquotas acondicionadas obedeceram à relação de 27 mg de MS por centímetro quadrado de superfície. Os sacos foram incubados via fístula no rúmen de uma novilha mestiça recebendo dieta mista, por 264 horas (Casali et al., 2008). Após o período de incubação, os sacos foram lavados em água corrente até a mesma apresentar-se totalmente límpida. Posteriormente, os sacos com amostra foram submetidos à extração com detergente neutro (Mertens, 2002), durante uma hora, para serem submetidos à análise de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre o consumo e a concentração fecal de FDNi.

As amostras de leite foram obtidas das ordenhas nos horários da manhã e da tarde, na razão de 2/3 e 1/3, respectivamente, sendo compostas por animal e por período, acondicionadas em frascos contendo Bronopol[®], mantidas entre 2 e 6 °C, e encaminhadas para o Laboratório de Qualidade do Leite do Centro Nacional de Pesquisas de Gado de Leite, CNPGL-EMBRAPA, em Juiz de Fora-MG, para análise dos teores de proteína, gordura, lactose, extrato seco total e contagem de células somáticas, segundo metodologia descrita pelo International Dairy Federation (IDF, 1996).

A eficiência alimentar foi calculada para cada vaca, dividindo-se a produção média de leite pela ingestão média de MS de cada período experimental (Valadares Filho et al., 2000).

Os resultados foram submetidos à análise estatística, utilizando o programa PROC GLM (SAS, 9.0). O delineamento utilizado foi em quadrado latino, incluindo efeito de tratamento, animal e período, adotando-se o nível de significância de 5%, para avaliar o efeito dos níveis de suplementação energética e proteica sobre as variáveis: consumo, digestibilidade, produção e composição de leite e eficiência alimentar.

RESULTADOS

Com o aumento dos níveis de fubá de milho (kg/dia) foi observado aumento ($P<0,05$) no consumo de massa seca (MS) em g/dia, g/kg de PC e g/kg de PC^{0,75} e consequentemente aumento nos consumos de massa orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNFcp) corrigidos para cinzas e proteína e nutrientes digestíveis totais (NDT). Só não houve efeito ($P>0,05$) do fubá de milho sobre o consumo de volumoso (kg/dia) e fibra em detergente neutro (FDNcp), expressa em kg/dia e g/kg de PC, que permaneceram constantes (Tabela 3). O fubá de milho aumentou ($P<0,05$) ainda os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EE e NDT (Tabela 4), não alterou ($P>0,05$) a produção e composição do leite (Tabela 5) e o peso e variação de peso corporal (Tabela 6).

Com o aumento dos níveis de farelo de soja (kg/dia) foi observado aumento ($P<0,05$) no consumo de MS e de todos os constituintes, na maioria das vezes de forma quadrática, com exceção do consumo de volumoso, que permaneceu inalterado, a exemplo do que aconteceu com o fubá de milho (Tabela 3). O farelo de soja aumentou ($P<0,05$) ainda os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e CNFcp (Tabela 4), aumentou a produção diária de leite e a produção diária e teor de seus constituintes, com exceção do teor de gordura, extrato seco total e contagem de células somáticas (Tabela 5), e não alterou o peso e variação de peso corporal (Tabela 6).

Houve interação ($P<0,05$) entre fubá de milho e farelo de soja para consumos de CNFcp e de NDT em kg/dia e g/kg de PC, em que não houve benefício do fubá de

milho nos níveis mais elevados de farelo de soja (Tabela 7). O farelo de soja estimulou a digestibilidade da FDN_{cp} somente no mais baixo nível de fubá de milho e aumentou o teor de proteína no leite no nível mais alto de fubá de milho (Tabela 8). No caso da eficiência de uso do concentrado, o melhor resultado se deu com o menor nível de concentrado (0,8 kg de fubá de milho) e o pior com o maior nível de concentrado (1,6 kg de fubá de milho + 2,4 kg de farelo de soja), sendo que o fubá de milho diminuiu a eficiência com maior intensidade nos menores níveis de farelo de soja (Tabela 8).

Ao comparar os valores observados com os valores estimados de consumo de MS, NDT e PB (Tabela 9), verifica-se que estes foram sempre inferiores, especialmente nos níveis mais baixos de suplementação com concentrado energético e proteico, não atendendo às exigências do NRC (2001), segundo o Sistema Viçosa de Formulação de Rações (Lana 2007), para vacas lactantes com 450 kg de peso corporal e produção de leite 10,0 kg/dia com 3,5% de gordura.

Tabela 3 - Consumo de massa seca e frações nutricionais em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia)

Variável	Milho		Farelo de soja			Valor P ANOVA ¹			Valor P regressão ²		CV (%)
	0,8	1,6	0,0	1,2	2,4	FM	FS	MI×FS	FS-L	FS-Q	
CMS (kg/dia)	10,32	10,78	9,36	10,78	11,52	<0,001	<0,001	0,493	<0,001 ⁴	0,022 ⁴	3,7
CMSvol (kg/dia)	8,42	8,21	8,16	8,54	8,24	0,127	0,063	0,493	-	-	4,7
CMS (g/kgPC)	21,8	23,0	19,9	23,1	24,3	<0,001	<0,001	0,323	<0,001 ⁵	0,005 ⁵	4,0
CMS (g/kgPC ^{0,75})	101,7	107,0	92,6	107,2	113,1	<0,001	<0,001	0,354	<0,001 ⁶	0,006 ⁶	3,9
CMO (kg/dia)	9,65	10,08	8,76	10,11	10,82	<0,001	<0,001	0,488	<0,001 ⁷	0,022 ⁷	3,7
CPB (kg/dia)	1,12	1,17	0,60	1,16	1,69	<0,001	<0,001	0,423	<0,001 ⁸	0,051	1,8
CEE (kg/dia)	0,109	0,129	0,105	0,120	0,133	<0,001	<0,001	0,379	<0,001 ⁹	0,062	1,7
CFDN _{cp} (kg/dia)	4,92	4,91	4,69	5,03	5,02	0,827	<0,001	0,363	<0,001 ¹⁰	0,017 ¹⁰	3,8
CCNF _{cp} (kg/dia)	3,82	3,97	3,23	4,02	4,43	0,013	<0,001	<0,001 ³	-	-	4,3
CNDT (kg/dia)	6,27	6,66	5,19	6,55	7,67	<0,001	<0,001	0,006 ³	-	-	4,2
CMO (g/kgPC)	20,4	21,6	18,6	21,6	22,8	<0,001	<0,001	0,303	<0,001 ¹¹	0,004 ¹¹	4,1
CPB (g/kgPC)	2,37	2,50	1,27	2,47	3,57	<0,001	<0,001	0,594	<0,001 ¹²	0,199	4,6
CEE (g/kgPC)	0,230	0,277	0,221	0,258	0,281	<0,001	<0,001	0,600	<0,001 ¹³	0,008 ¹³	2,6
CFDN _{cp} (g/kgPC)	10,4	10,5	10,0	10,8	10,5	0,587	<0,001	0,264	0,009 ¹⁴	0,002 ¹⁴	4,1
CCNF _{cp} (g/kgPC)	8,06	8,47	6,86	8,58	9,35	0,006	<0,001	<0,001 ³	-	-	4,8
CNDT (g/kgPC)	13,2	14,2	11,0	14,0	16,1	<0,001	<0,001	0,026 ³	-	-	4,6

¹MI = efeito do nível de milho, FS = efeito do nível de farelo de soja, MI×FS = efeito da interação entre milho e farelo de soja; ²FS-L = efeito linear para o farelo de soja, FS-Q = efeito quadrático para o farelo de soja; ³Desmembramento da interação pode ser visto na Tabela 7; ⁴ $\hat{Y} = 8,67 + 0,581 \times \text{MI} + 1,46 \times \text{FS} - 0,236 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,60$); ⁵ $\hat{Y} = 18,1 + 1,48 \times \text{MI} + 3,49 \times \text{FS} - 0,699 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,48$); ⁶ $\hat{Y} = 84,7 + 6,61 \times \text{MI} + 15,8 \times \text{FS} - 3,02 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,56$); ⁷ $\hat{Y} = 8,04 + 0,60 \times \text{MI} + 1,39 \times \text{FS} - 0,223 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,57$); ⁸ $\hat{Y} = 0,529 + 0,0625 \times \text{MI} + 0,452 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,99$); ⁹ $\hat{Y} = 0,075 + 0,0248 \times \text{MI} + 0,01179 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,40$); ¹⁰ $\hat{Y} = 4,69 + 0,423 \times \text{FS} - 0,120 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,04$); ¹¹ $\hat{Y} = 16,8 + 1,50 \times \text{MI} + 3,34 \times \text{FS} - 0,666 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,48$); ¹² $\hat{Y} = 1,091 + 0,167 \times \text{MI} + 0,956 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,95$); ¹³ $\hat{Y} = 0,151 + 0,058 \times \text{MI} + 0,0363 \times \text{FS} - 0,0047 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,36$); ¹⁴ $\hat{Y} = 10,0 + 1,096 \times \text{FS} - 0,369 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,04$).

Tabela 4 - Digestibilidade da massa seca e frações nutricionais e teor de nutrientes digestíveis totais da dieta em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia)

Item	Fubá de milho			Farelo de soja		Valor P ANOVA ¹			ValorP regressão ²			CV (%)
	0,8	1,6	0,0	1,2	2,4	FM	FS	MI×FS	FS-L	FS-Q		
MS (%)	60,4	63,5	59,2	61,3	65,4	<0,001	<0,001	0,059	<0,001 ⁴	0,056	2,4	
MO (%)	60,7	64,0	59,7	61,8	65,7	<0,001	<0,001	0,056	<0,001 ⁵	0,099	2,3	
PB (%)	50,7	55,8	28,8	57,5	73,4	0,068	<0,001	0,336	<0,001 ⁶	0,033 ⁶	14,8	
EE (%)	53,4	66,1	60,0	54,0	65,2	0,001	0,054	0,102	-	-	17,7	
FDN _{cp} (%)	46,2	47,4	47,4	45,8	47,3	0,138	0,180	0,043 ³	-	-	4,8	
CNF _{cp} (%)	82,7	85,1	80,7	84,6	86,4	0,059	0,003	0,292	0,001 ⁷	0,423	4,2	
NDT (%)	60,2	61,5	55,3	60,8	66,5	0,015	<0,001	<0,001 ³	-	-	2,4	

¹MI = efeito do nível de milho, FS = efeito do nível de farelo de soja, MI×FS = efeito da interação entre milho e farelo de soja; ²FS-L = efeito linear para o farelo de soja, FS-Q = efeito quadrático para o farelo de soja; ³Desmembramento das interações pode ser vista na Tabela 8; ⁴ $\hat{Y} = 54,3 + 3,82 \times \text{MI} + 2,60 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,40$); ⁵ $\hat{Y} = 54,4 + 4,11 \times \text{MI} + 2,52 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,45$); ⁶ $\hat{Y} = 28,8 + 29,3 \times \text{FS} - 4,45 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,76$); ⁷ $\hat{Y} = 81,1 + 2,33 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,27$).

###

Tabela 5 - Produção e composição do leite em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia)

Item	Fubá de milho		Farelo de soja			Valor P ANOVA ¹			Valor P regressão ²		CV (%)
	0,8	1,6	0,0	1,2	2,4	FM	FS	MI×FS	FS-L	FS-Q	
Produção de leite (kg/dia)	8,57	8,65	7,42	9,22	9,20	0,769	<0,001	0,513	<0,001 ⁴	0,007 ⁴	10,0
Produção de leite 3,5% G (kg/dia)	9,88	10,27	10,93	9,44	9,96	0,567	0,012	0,202	0,012 ⁵	0,052	14,9
Gordura (g/dia)	410	395	340	421	444	0,537	0,005	0,914	0,002 ⁶	0,279	17,9
Proteína (g/dia)	291	294	245	311	320	0,781	<0,001	0,945	<0,001 ⁷	0,016 ⁷	10,4
Lactose (g/dia)	369	381	321	393	411	0,351	<0,001	0,435	<0,001 ⁸	0,045 ⁸	9,6
Extrato seco (g/dia)	1164	1164	987	1226	1278	0,998	<0,001	0,809	<0,001 ⁹	0,062	11,6
Extrato seco desengordurado (g/dia)	754	769	646	805	833	0,545	<0,001	0,738	<0,001 ¹⁰	0,021 ¹⁰	9,7
Gordura (%)	4,88	4,63	4,77	4,64	4,86	0,190	0,623	0,766	-	-	11,6
Proteína (%)	3,40	3,39	3,33	3,37	3,49	0,757	0,001	0,007 ³	-	-	2,9
Lactose (%)	4,29	4,39	4,29	4,26	4,46	0,121	0,023	0,504	0,029 ¹¹	0,071	4,0
Extrato seco (%)	13,7	13,5	13,5	13,4	13,9	0,406	0,076	0,518	-	-	4,4
Extrato seco desengordurado (%)	8,79	8,87	8,71	8,73	9,06	0,287	0,001	0,447	<0,001 ¹²	0,065	2,5
CCS (× 1000/ml)	213	198	221	211	184	0,783	0,860	0,450	-	-	82,5

¹MI = efeito do nível de milho, FS = efeito do nível de farelo de soja, MI×FS = efeito da interação entre milho e farelo de soja; ²FS-L = efeito linear para o farelo de soja, FS-Q = efeito quadrático para o farelo de soja; ³Desmembramento da interação pode ser visto na Tabela 8; ⁴ $\hat{Y} = 7,42 + 2,26 \times \text{FS} - 0,633 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,26$); ⁵ $\hat{Y} = 10,6 - 0,38 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,04$); ⁶ $\hat{Y} = 350,1 + 43,4 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,24$); ⁷ $\hat{Y} = 245,5 + 78,2 \times \text{FS} - 19,6 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,36$); ⁸ $\hat{Y} = 321,1 + 82,7 \times \text{FS} - 18,9 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,22$); ⁹ $\hat{Y} = 1018 + 121,1 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,34$); ¹⁰ $\hat{Y} = 646 + 189,9 \times \text{FS} - 45,5 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,30$); ¹¹ $\hat{Y} = 4,26 + 0,069 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,07$); ¹² $\hat{Y} = 8,66 + 0,148 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,17$).

Tabela 6 - Variação de peso, eficiência alimentar e eficiência do uso de concentrado em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia)

Item	Milho		Farelo de soja			Valor P ANOVA ^{1,2}			Valor P regressão ³		CV (%)
	0,8	1,6	0,0	1,2	2,4	FM	FS	FM×FS	FS-L	FS-Q	
Peso inicial (kg)	476	472	474	472	475	-	-	-	-	-	2,0
Peso final (kg)	475	470	470	471	477	0,155	0,157	0,435	-	-	1,9
Variação de peso corporal (g)	- 89	-194	-410	-160	140	0,673	0,216	0,432	-	-	39,8
Eficiência alimentar (kg de leite/kg de MS consumida)	0,831	0,815	0,806	0,858	0,805	0,653	0,392	0,332	-	-	12,8
Eficiência do uso de concentrado (kg de leite/kg de concentrado)	5,42	3,68	6,58	4,22	2,84	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	14,3

¹FM = efeito do nível de milho, FS = efeito do nível de farelo de soja, FM×FS = efeito da interação entre milho e farelo de soja; ²Desmembramento da interação pode ser visto na Tabela 8; ³FS-L = efeito linear para o farelo de soja, FS-Q = efeito quadrático para o farelo de soja.

Tabela 7 - Desdobramento das interações do consumo de massa seca e frações nutricionais de vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia)

Item	Fubá de milho	Farelo de soja			Valor P ANOVA (FS)	Valor P regressão ¹	
		0,0	1,2	2,4		FS-L	FS-Q
CCNF _{cp} (kg/dia)	0,8	2,93	4,27	4,24	<0,001	<0,001 ²	<0,001 ²
	1,6	3,53	3,77	4,62	<0,001	<0,001 ³	0,010 ³
Valor P ANOVA (Fubá de milho)	-	0,010	<0,001	0,066	-	-	-
CNDT (kg/dia)	0,8	4,81	6,58	7,45	<0,001	<0,001 ⁴	0,018 ⁴
	1,6	5,56	6,52	7,88	<0,001	<0,001 ⁵	0,192
Valor P ANOVA (Fubá de milho)	-	0,014	0,551	0,134	-	-	-
CCNF _{cp} (g/kgPV)	0,8	6,25	9,05	8,88	<0,001	<0,001 ⁶	<0,001 ⁶
	1,6	7,47	8,10	9,82	<0,001	<0,001 ⁷	0,052
Valor P ANOVA (Fubá de milho)	-	0,009	0,007	0,050	-	-	-
CNDT (g/kgPV)	0,8	10,2	13,9	15,5	<0,001	<0,001 ⁸	0,002 ⁸
	1,6	11,9	14,1	16,7	<0,001	<0,001 ⁹	0,614
Valor P ANOVA (Fubá de milho)	-	0,021	0,686	0,091	-	-	-

¹FS-L = efeito linear para o nível de farelo de soja, FS-Q = efeito quadrático para o nível de farelo de soja; ² $\hat{Y} = 2,94 + 1,68 \times FS - 0,47 \times FS^2$ ($r^2 = 0,90$); ³ $\hat{Y} = 3,53 - 0,0539 \times FS + 0,2117 \times FS^2$ ($r^2 = 0,75$); ⁴ $\hat{Y} = 4,81 + 1,85 \times FS - 0,311 \times FS^2$ ($r^2 = 0,67$); ⁵ $\hat{Y} = 5,49 + 0,967 \times FS$ ($r^2 = 0,62$); ⁶ $\hat{Y} = 6,25 + 3,57 \times FS - 1,03 \times FS^2$ ($r^2 = 0,85$); ⁷ $\hat{Y} = 7,29 + 0,979 \times FS$ ($r^2 = 0,61$); ⁸ $\hat{Y} = 10,2 + 3,99 \times FS - 0,743 \times FS^2$ ($r^2 = 0,71$); ⁹ $\hat{Y} = 11,8 + 2,029 \times FS$ ($r^2 = 0,50$).

Tabela 8 - Desdobramento das interações de digestibilidade da FDN_{cp}, teor de proteína do leite e eficiência de uso do concentrado em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho (kg/dia) e farelo de soja (kg/dia)

Item	Nível de Fubá de milho (kg/dia)	Farelo de soja			Valor P ANOVA (FS)	Valor P regressão ¹	
		0,0	1,2	2,4		FS-L	FS-Q
Digestibilidade FDN _{cp} (%)	0,8	46,4	44,3	48,1	0,005	0,050	0,003 ²
	1,6	48,4	47,4	46,5	0,323	-	-
Valor P ANOVA (milho)	-	0,176	0,046	0,297	-	-	-
Proteína (%)	0,8	3,42	3,33	3,47	0,567	0,363	0,047 ³
	1,6	3,24	3,42	3,52	0,008	0,006 ⁴	0,489
Valor P ANOVA (Fubá de milho)	-	0,21	0,449	0,676	-	-	-
Eficiência de uso do concentrado (kg de leite/kg de concentrado)	0,8	8,20	4,92	3,13	<0,001	<0,001 ⁵	0,120
	1,6	4,97	3,52	2,56	<0,001	<0,001 ⁶	0,369
Valor P ANOVA (milho)	-	0,006	0,008	0,021	-	-	-

¹FS-L = efeito linear para o nível de farelo de soja, FS-Q = efeito quadrático para o nível de farelo de soja; ² $\hat{Y} = 78,9 + 7,44 \times \text{FS} - 2,12 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,50$); ³ $\hat{Y} = 3,42 - 0,169 \times \text{FS} + 0,079 \times \text{FS}^2$ ($r^2 = 0,07$); ⁴ $\hat{Y} = 3,38 + 0,021 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,28$); ⁵ $\hat{Y} = 7,94 - 2,11 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,77$); ⁶ $\hat{Y} = 4,89 - 1,01 \times \text{FS}$ ($r^2 = 0,60$).

Tabela 9 - Valores estimados e observados de consumo de massa seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) de vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho – FM (kg/dia) e farelo de soja – FS (kg/dia)

Item	Exigência ¹	Dieta experimental					
		FM: 0,8	1,6	0,8	1,6	0,8	1,6
		FS: 0,0	0,0	1,2	1,2	2,4	2,4
MS	13,4	9,2	9,5	10,4	11,1	11,3	11,7
Diferença		-4,2	-3,9	-3,0	-2,3	-2,1	-1,7
NDT	8,41	4,81	5,56	6,58	6,53	7,45	7,88
Diferença		-3,60	-2,85	-1,83	-1,88	-0,96	-0,53
PB	1,78	0,58	0,62	1,13	1,19	1,66	1,71
Diferença		-1,20	-1,16	-0,65	-0,59	-0,12	-0,07

¹Sistema Viçosa de Formulação de Rações (Lana, 2007), com base em dados do NRC (2001) para vacas lactantes com 450 kg de peso corporal e produção de leite 10,0 kg/dia com 3,5% de gordura.

DISCUSSÃO

O maior consumo de MS e MO, ao se elevar o concentrado na dieta, pode estar relacionado à maior densidade física do concentrado, com diminuição do tamanho de partículas em relação ao volumoso, o que leva a uma maior velocidade de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal, possibilitando aumento do consumo (Owens & Goetsch, 1993). Mais um fator importante a ser considerado para explicar o aumento do CMS e CMO, com o aumento do nível de concentrado, diz respeito ao aumento da produção de leite, pois maior demanda de nutrientes leva a uma máxima ingestão para atender às exigências mais elevadas de produção de leite (Hutjens, 2005).

O aumento do consumo de PB é consequência principalmente pelo aumento da participação deste constituinte nas dietas, enquanto que o aumento do consumo de EE é devido ao aumento de consumo da dieta.

O aumento do consumo de FDN, ao se elevar a quantidade de farelo de soja na dieta, provavelmente tenha ocorrido pelo fato da quantidade de FDN consumida na dieta ser inferior ao nível que poderia limitar o consumo pelo enchimento do rúmen, segundo Mertens (1994). Este autor estabelece que o CFDN acima de 13 g/kg de PV pode limitar o consumo. Neste experimento, o CFDN variou de 10,0 a 10,8 g/kg PV.

O aumento do consumo de CNF e NDT ($P < 0,10$), ao se elevar o nível de concentrado na dieta, com interação positiva com diferentes níveis de fubá de milho e farelo de soja, pode ser justificado pelo aumento dos teores de CNF e NDT, com a dieta mais rica em concentrado, e, também, pelo maior CMS observado. Costa et al. (2005) e

Silva (2007) observaram resultado semelhante, em estudos de diferentes proporções de concentrado para vacas holandesas confinadas.

O incremento dos níveis de PB na dieta pode ter sido responsável pelo aumento da digestibilidade da MS e MO, verificado neste trabalho, devido à maior ingestão de compostos nitrogenados, permitindo maior desenvolvimento dos microrganismos ruminais, sobretudo daqueles agentes que digerem fibra, favorecendo aumento do consumo, taxa de passagem e aproveitamento dos nutrientes (Pereira et al., 2005; Broderick, 2003).

O aumento observado no coeficiente de digestibilidade da proteína está relacionado com a melhora na composição bromatológica das dietas, com redução dos teores de PIDN, PIDA e lignina (Tabela 2), além da diluição da fração endógena de nitrogênio no total de nitrogênio excretado (Coelho da Silva & Leão, 1979).

O aumento da produção de leite pode ser justificado em virtude da elevação do fornecimento de energia na dieta, com a diminuição da proporção de volumoso. Isso pode ter ocasionado maior concentração molar de propionato no rúmen (Griinari et al., 1997), o que teria aumentado a quantidade de substrato para produção de glicose no fígado. A consequente maior quantidade de glicose disponível teria sido usada como precursora da síntese de lactose, a qual, por sua vez, promoveria incremento do potencial osmótico na glândula mamária, favorecendo o transporte de água para o interior do lúmen alveolar, principal fator responsável pelo aumento da produção de leite. A variação negativa no ganho médio (g) do peso corporal é provavelmente decorrente do menor consumo de MS, com possível mobilização das reservas corporais pelo animal, na tentativa de suprir as deficiências nutricionais ocasionadas pelo menor consumo da dieta de qualidade mais baixa. Uma vez que, neste trabalho a maior participação de concentrado nas dietas à base de cana-de-açúcar ocasionou aumento do consumo de MS e diminuição ou ausência de variação de peso corporal.

Esperava-se diminuição do teor de gordura do leite, devido ao aumento da proporção de concentrado, estando este relacionado com o aumento da produção de propionato, decorrente do aumento de amido na dieta. O aumento da produção de propionato estimula a gliconeogênese, o que pode elevar o nível de sanguíneo de insulina, resultando em escassez de precursores para síntese de gordura do leite (Bauman & Griinari, 2003).

A resposta ao aumento da proteína do leite pode ser devida às mudanças na fermentação ruminal, bem como no metabolismo pós-absortivo e nas respostas

endócrinas, particularmente às mudanças no *status* de glicose e insulina (Reynolds et al., 2002).

Com aumento da energia metabolizável (EM), proveniente do aumento do fornecimento de carboidratos rapidamente fermentescíveis pela maior proporção de concentrado na dieta, aumentam-se, também, a taxa de digestão da MO no rúmen e a EM fermentescível (EMf). Havendo quantidade suficiente de proteína degradável no rúmen (PDR) e nitrogênio não proteico (NNP), há aumento da síntese microbiana no rúmen e do suprimento de proteína metabolizável para o intestino delgado (Waldo, 1973). O aumento de suplementação de proteína metabolizável, EM e EMf aumenta o fornecimento de glicose via aumento da disponibilidade de propionato e outros precursores de glicose, o que pode estar associado, na maioria das vezes, com o aumento da concentração de insulina no plasma (McGuire et al., 1994). Com isso, dados recentes fornecem evidências de que a elevação de insulina e glicose pode aumentar a concentração de proteína do leite (Reynolds et al., 2002). Assim, parte da resposta do aumento da concentração de proteína do leite é atribuída ao aumento da EMf e da síntese microbiana.

A redução da eficiência alimentar com ao aumento de milho e farelo de soja está de acordo com Lana (2009), que demonstrou comportamento curvilíneo na produção de leite em função do fornecimento de nível crescente de concentrado na dieta.

CONCLUSÕES

A adição de fubá de milho e farelo de soja nos níveis utilizados aumenta os consumos das frações nutricionais e aumentam a digestibilidade dos nutrientes.

O fornecimento diário de farelo de soja em 1,2 kg/vaca permite aumentar a produção de leite.

A medida que se eleva os níveis de concentrado na dieta, diminui a eficiência no uso de concentrado.

REFERÊNCIAS

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.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 335-342, 2008.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380 p.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** [online], v. 62, n. 4, p. 980-984, 2010.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION – IDF. **Whole milk determination of milk fat, protein and lactose content. Guide for the operation of mid infrared instruments**. Bruxelas: 1996.12 p. (IDF Standart 141 B).

LANA, R. P. Sistema Viçosa de formulação de rações. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 91 p.

LANA, R. P. Uso racional de recursos naturais não renováveis: aspectos biológicos, econômicos e ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 330-340, 2009. (suplemento Especial).

LENG, R. A. Limitaciones metabólicas en la utilización de al cana de azúcar y sus derivados para el crecimiento e producción de leche en rumiantes. In: SISTEMAS INTENSIVOS PARA PRODUCCIÓN ANIMAL Y ENERGÍA RENOVABLE COL RECURSOS TROPICALES, 1988, Cali. **Simpósio...** Cali: CPAC, 1988. p. 31-38.

LICITRA, G; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standarization of procederes for nitrogen fractionation of ruminat feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. 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.

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

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, DC: Academic Press, 2001. 381 p.

OWENS, F. N.; GOETSH, A. L. Fermentação ruminal. In: CHURCH, D. C. **El ruminante, fisiologia digestiva y nutricion**. Zaragoza, Espanha: Acríbia, 1993. p. 159-190.

PEREIRA, M. L. A; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et al. Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição de 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.

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

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acid and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy science**, v. 75, p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C. J.; O' CONNOR, J. D.; Van SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 7, p. 3562-3577, 1992.

SOUSA, D. P. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar e caroço de algodão ou silagem de milho.** 2003. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2003.

VALADARES FILHO, S. C.; BRODERICK, G. A.; VALADARES, R. F. D. et al. 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.