

# DESEMPENHO DE VACAS MISTIÇAS EM FUNÇÃO DE SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA E PROTEICA EM DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR<sup>1</sup>

Lorena Ines Mestra Vargas<sup>2</sup>, Rogério de Paula Lana<sup>3,4</sup>, José Carlos Peixoto Modesto da Silva<sup>3</sup>, Cristina Mattos Veloso<sup>3</sup>, Augusto Cesar de Queiroz<sup>3</sup>, Dilermando Miranda da Fonseca<sup>3</sup>, Luciana Navajas Rennó<sup>3</sup>

**RESUMO** – Avaliaram-se níveis de concentrados energéticos e proteicos em seis vacas Holandês x Zebu com peso corporal (PC) médio de  $450 \pm 10$  kg, de primeira lactação, 60 dias pós-parto e 10,0 kg de leite/dia, em dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) corrigida com 0,3% de ureia:sulfato de amônia 9:1 na seca. Seis vacas foram distribuídas em um 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 corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) 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 nível mais baixo de FM e aumentou o teor de proteína no leite no nível mais alto de FM. 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 o aumento de FM e FS diminuem 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  $450 \pm 10$  kg, first lactation, 60 days post-partum and 10 kg/day of milk, in diets based on sugarcane (*Saccharum spp*) corrected with 0.3% urea ammonia sulfate: 9:1 in dry season. Six cows were distributed in a 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 corrected for ash and protein (NFCap) 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 BW and BW variation. The increment in SBM increased consumption

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 30/04/2013 e aprovado em 20/07/2013.

<sup>2</sup> Investigador MSc. Laboratório de Fisiologia y Nutrición Animal. CORPOICA - C.I. Tibaitatá. Bogotá, Colômbia.

<sup>3</sup> Departamento de Zootecnia - UFV/Viçosa-MG.

<sup>4</sup> Bolsista 1B do CNPq. E-mail: rlana@ufv.br



*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 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 stimulated the digestibility of NDFap only in the lowest level of CM and increased protein content in milk at the highest level of CM. 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 increases in CM and SBM decrease the efficiency in the use of concentrate.*

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

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de leite é largamente dependente do consumo de energia e proteína metabolizáveis, os quais são altamente influenciados tanto pela qualidade da forragem, nível de concentrados e interação destes sobre a população microbiana do rúmen, quanto pelos fatores relacionados aos animais (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 (NRC, 2001).

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 massa seca produzida, em comparação a outras forrageiras tradicionais, e maior disponibilidade na estação seca do ano (Mendonça et al., 2004).

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 síntese de proteína microbiana no rúmen (Sutton, 1990; Stockdale, 1994) e a produção de precursores glicogênicos, favorecendo a produção de leite e de proteína no leite (Biotechnology and Biological Science Research Council, 1998). No entanto, o fornecimento de alimentos acima dos requisitos tem pouco efeito adicional na produção de leite (Lana, 2009).

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).

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.

## 2. MATERIALE 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 ureia:sulfato de amônia 9:1 para atingir consumo de 120 g de ureia/vaca/dia, com um período inicial de adaptação para o consumo de ureia 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 m<sup>2</sup>, 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.

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.

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.

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: 7<sup>o</sup> dia – 6 h e 14 h, 8<sup>o</sup> dia – 8 h e 16 h e 9<sup>o</sup> 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,

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

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

<sup>1</sup>Porcentagem da massa seca das dietas experimentais; <sup>2</sup>kg de matéria natural de fubá de milho (FM) e farelo de soja (FS)/vaca/dia; <sup>3</sup>Ureia:sulfato de amônio na proporção 9:1; <sup>4</sup>Suplemento 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%.



por animal e por período experimental, foram descongeladas e pré-secas em estufa de ventilação forçada (60 °C/72-96 h). Foram homogêneas 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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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/m<sup>2</sup>, 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):

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

O teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) das dietas contendo ureia foi calculado como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010), sendo: CNF = 100 - MM - EE - FDNcp - (PB - PBU + U).

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar e das dietas experimentais<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup> 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; <sup>2</sup>FM = fubá de milho (kg/vaca/dia); FS = farelo de soja (kg/vaca dia).



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/m<sup>2</sup>, 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.

### 3. 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<sup>0.75</sup> 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 FDNcp 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).



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

Variável	Milho		Farelo de soja			Valor P ANOVA <sup>1</sup>			Valor P regressão <sup>2</sup>		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 <sup>4</sup>	0,022 <sup>4</sup>	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 <sup>5</sup>	0,005 <sup>5</sup>	4,0
CMS (g/kgPC <sup>0,75</sup> )	101,7	107,0	92,6	107,2	113,1	<0,001	<0,001	0,354	<0,001 <sup>6</sup>	0,006 <sup>6</sup>	3,9
CMO (kg/dia)	9,65	10,08	8,76	10,11	10,82	<0,001	<0,001	0,488	<0,001 <sup>7</sup>	0,022 <sup>7</sup>	3,7
CPB (kg/dia)	1,12	1,17	0,60	1,16	1,69	<0,001	<0,001	0,423	<0,001 <sup>8</sup>	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 <sup>9</sup>	0,062	1,7
CFDN <sub>cp</sub> (kg/dia)	4,92	4,91	4,69	5,03	5,02	0,827	<0,001	0,363	<0,001 <sup>10</sup>	0,017 <sup>10</sup>	3,8
CCNF <sub>cp</sub> (kg/dia)	3,82	3,97	3,23	4,02	4,43	0,013	<0,001	<0,001 <sup>3</sup>	-	-	4,3
CNDT (kg/dia)	6,27	6,66	5,19	6,55	7,67	<0,001	<0,001	0,006 <sup>3</sup>	-	-	4,2
CMO (g/kgPC)	20,4	21,6	18,6	21,6	22,8	<0,001	<0,001	0,303	<0,001 <sup>11</sup>	0,004 <sup>11</sup>	4,1
CPB (g/kgPC)	2,37	2,50	1,27	2,47	3,57	<0,001	<0,001	0,594	<0,001 <sup>12</sup>	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 <sup>13</sup>	0,008 <sup>13</sup>	2,6
CFDN <sub>cp</sub> (g/kgPC)	10,4	10,5	10,0	10,8	10,5	0,587	<0,001	0,264	0,009 <sup>14</sup>	0,002 <sup>14</sup>	4,1
CCNF <sub>cp</sub> (g/kgPC)	8,06	8,47	6,86	8,58	9,35	0,006	<0,001	<0,001 <sup>3</sup>	-	-	4,8
CNDT (g/kgPC)	13,2	14,2	11,0	14,0	16,1	<0,001	<0,001	0,026 <sup>3</sup>	-	-	4,6

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

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 e farelo de soja (kg/dia)

Variável	Fubá de milho		Farelo de soja			Valor P ANOVA <sup>1</sup>			Valor P regressão <sup>2</sup>		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	<0,0014	0,056	2,4
MO (%)	60,7	64,0	59,7	61,8	65,7	<0,001	<0,001	0,056	<0,0015	0,099	2,3
PB (%)	50,7	55,8	28,8	57,5	73,4	0,068	<0,001	0,336	<0,0016	0,0336	14,8
EE (%)	53,4	66,1	60,0	54,0	65,2	0,001	0,054	0,102	-	-	17,7
FDN <sub>cp</sub> (%)	46,2	47,4	47,4	45,8	47,3	0,138	0,180	0,0433	-	-	4,8
CNF <sub>cp</sub> (%)	82,7	85,1	80,7	84,6	86,4	0,059	0,003	0,292	0,0017	0,423	4,2
NDT (%)	60,2	61,5	55,3	60,8	66,5	0,015	<0,001	<0,0013	-	-	2,4

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

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.

#### 4. DISCUSSÃO

O maior consumo de MS e MO, ao se elevar o concentrado na dieta, pode estar relacionado à maior



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

Variável	Fubá de milho		Farelo de soja			Valor P ANOVA <sup>1</sup>			Valor P regressão <sup>2</sup>		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	<0,0014	0,0074	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	0,0125	0,052	14,9
Gordura (g/dia)	410	395	340	421	444	0,537	0,005	0,914	0,0026	0,279	17,9
Proteína (g/dia)	291	294	245	311	320	0,781	<0,001	0,945	<0,0017	0,0167	10,4
Lactose (g/dia)	369	381	321	393	411	0,351	<0,001	0,435	<0,0018	0,0458	9,6
Extrato seco (g/dia)	1164	1164	987	1226	1278	0,998	<0,001	0,809	<0,0019	0,062	11,6
Extrato seco desengordurado (g/dia)	754	769	646	805	833	0,545	<0,001	0,738	<0,00110	0,02110	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	0,0073	-	-	2,9
Lactose (%)	4,29	4,39	4,29	4,26	4,46	0,121	0,023	0,504	0,02911	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	<0,00112	0,065	2,5
CCS (× 1000/ml)	213	198	221	211	184	0,783	0,860	0,450	-	-	82,5

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

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

Variável	Milho		Farelo de soja			Valor P ANOVA <sup>1</sup>			Valor P regressão <sup>2</sup>		CV (%)
	0,8	1,6	0,0	1,2	2,4	FM	FS	MI×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

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

densidade física do concentrado, com diminuição do tamanho de partículas em relação ao volumoso, o que leva a uma maior velocidade de digestão e 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).



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

Item	Fubá demilho (kg/dia)	Farelo de soja (kg/dia)			Valor P ANOVA (FS)	Valor P regressão <sup>1</sup>	
		0,0	1,2	2,4		FS-L	FS-Q
CCNF <sub>cp</sub> (kg/dia)	0,8	2,93	4,27	4,24	<0,001	<0,001 <sup>2</sup>	<0,001 <sup>2</sup>
	1,6	3,53	3,77	4,62	<0,001	<0,001 <sup>3</sup>	0,010 <sup>3</sup>
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 <sup>4</sup>	0,018 <sup>4</sup>
	1,6	5,56	6,52	7,88	<0,001	<0,001 <sup>5</sup>	0,192
Valor P ANOVA (Fubá de milho)	-	0,014	0,551	0,134	-	-	-
CCNF <sub>cp</sub> (g/kgPV)	0,8	6,25	9,05	8,88	<0,001	<0,001 <sup>6</sup>	<0,001 <sup>6</sup>
	1,6	7,47	8,10	9,82	<0,001	<0,001 <sup>7</sup>	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 <sup>8</sup>	0,002 <sup>8</sup>
	1,6	11,9	14,1	16,7	<0,001	<0,001 <sup>9</sup>	0,614
Valor P ANOVA (Fubá de milho)	-	0,021	0,686	0,091	-	-	-

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

Tabela 8 - Desdobramento das interações de digestibilidade da FDN<sub>cp</sub>, teor de proteína do leite e eficiência de uso do concentrado em vacas mestiças alimentadas com diferentes quantidades de fubá de milho e farelo de soja

Item	Fubá demilho (kg/dia)	Farelo de soja (kg/dia)			Valor P ANOVA (FS)	Valor P regressão <sup>1</sup>	
		0,0	1,2	2,4		FS-L	FS-Q
Digestibilidade FDN <sub>cp</sub> (%)	0,8	46,4	44,3	48,1	0,005	0,050	0,0032
	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	0,0473
	1,6	3,24	3,42	3,52	0,008	0,0064	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	<0,0015	0,120
	1,6	4,97	3,52	2,56	<0,001	<0,0016	0,369
Valor P ANOVA (milho)	-	0,006	0,008	0,021	-	-	-

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

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 de 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 sangüíneo 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 matéria orgânica 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 (Beever et al., 2001). 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), Lana et al. (2011) e Oliveira et al. (2011), que demonstraram comportamento curvilíneo ascendente e decrescente de forma progressiva na produção de leite em função do fornecimento de nível crescente de concentrado na dieta. Este resultado confirma o relato de Bargo et al. (2003), em que o aumento da produção de leite por quilo de concentrado diminui com o aumento da quantidade de concentrado fornecido aos animais, ou seja, quanto maior a taxa de substituição do volumoso, menor é a resposta produtiva ao uso de concentrado.

## 5. 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.

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



## 6. LITERATURA CITADA

- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063-3075, 1996.
- 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.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, v.23, p.203-227, 2003.
- BEEVER, D.E.; SUTTON, J.D.; REYNOLDS, C.K. Increasing the protein content of cow's milk. **Australian Journal of Dairy Technology**, v.56, p.138-149, 2001.
- 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. 96p.
- 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: Livrocetes, 1979. 380p.
- 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 (supl.), p.2437-2445, 2005.
- 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.
- 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.
- GRIINARI, J.M.; MCGUIRE, M.A.; DWYER, D.A. et al. The role of insulin in the regulation of milk protein synthesis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2361-2371, 1997.
- HUTJENS, M.F. Feed efficiency and its economic impact on large herds. **Proceedings of the 20th Annual Southwest Nutrition & Management Conference**, p.186-191, 2005.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION – IDF. **Whole milk determination of milk fat, protein and lactose content. Guide for the operation of mid infrared instruments**. Bruxelas: 1996. 12p. (IDF Standart 141 B).
- LANA, R.P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 91p.
- 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).
- LANA, R.P.; ABREU, D.C.; CASTRO, P.F.C.B.; TEIXEIRA, R.M.A.; ZAMPERLINE, B.; SOUZA, B.S.B.C. Produção de leite por vacas mestiças em função da suplementação com concentrados energéticos e/ou protéicos a pasto ou confinadas. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.1, n.1, p.145-150, 2011.
- 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.
- MCGUIRE, M.A.; GRIINARI, J.M.; DWYER, D.A. et al. Potential to increase milk protein in well-fed cows. **Procedures of Cornell Nutrition Conference**, Rochester, NY, v.56, p.124-33, 1994.



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. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C.; COLLINS, M.; MERTENS, D.R. et al. (Eds.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, 1994. p.450-493.

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. 381p.

OLIVEIRA, T.S.; LANA, R.P.; GUIMARÃES, G. Crescimento animal e produção de leite em função do suprimento de nutrientes seguem o modelo de saturação cinética de Michaelis-Menten. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.1, n.2, p.91-99, 2011.

OWENS, F.N.; GOETSH, A.L. Fermentação ruminal. In: CHURCH, D.C. **El ruminante, fisiología digestiva y nutrición**. 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, C.V. **Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras sob pastejo em função de níveis de concentrado e proteína bruta na dieta**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 32p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

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

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.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.

STOCKDALE, C.R. Effect of diet on the energy required to improve milk protein content in dairy cows. **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, July 12, 1990. University of Sydney, 1990. p.1-18.

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.

WALDO, D.R. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.37, p.1062-1074, 1973.

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

