

Substituição do farelo de soja por farelo de algodão alta energia em dietas para vacas leiteiras: composição do leite e custo de produção¹

Replacing soybean meal by high energy cottonseed meal in diets for dairy cattle: milk composition and economic viability

ZERVOUDAKIS, Joanis Tilemahos², LEONEL, Fernando de Paula³, CABRAL, Luciano da Silva², HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, Luciana Keiko², ALVES, Alisson Ferreira²; COSENTINO, Patrícia Nunes²; PAULA, Nelcino Francisco de⁴; CARVALHO, Daniel Marino Guedes de²

¹Parte da Dissertação de Mestrado do quinto autor.

²Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

³Universidade Federal de São João Del Rey, São João Del Rey, Minas Gerais, Brasil.

⁴Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

*Endereço para correspondência: joanis@ufmt.br

RESUMO

No presente estudo, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes do farelo de algodão de alta energia (zero; 8,7; 17,4; 26,1 e 34,8% da matéria seca) em substituição ao farelo de soja no concentrado para vacas no terço final de lactação, sobre a composição do leite e viabilidade econômica. Foram utilizadas cinco vacas mestiças Holandês-Gir, em um delineamento em quadrado latino (5x5), com cinco períodos de 18 dias e cinco dietas. As dietas foram calculadas para serem isonitrogenadas (14% proteína bruta), com 60% de silagem de milho e 40% de concentrado, misturadas diretamente no cocho. O teor e a produção de gordura e proteína do leite não foram influenciados pelos níveis de farelo de algodão na dieta. O teor de proteína do leite esteve acima da média relatada na literatura. A inclusão de farelo de algodão de alta energia em até aproximadamente 35% no concentrado não altera a composição do leite, e, dentro da situação de mercado em que se realizou o experimento, a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão alta energia em dietas de vacas de médio potencial produtivo (+/- 15kg/animal/dia) pode aumentar a rentabilidade da atividade.

Palavras-chave: alimentos alternativos, concentrado proteico, viabilidade econômica

SUMMARY

This study evaluated the effect of including increasing levels of high-energy cottonseed meal (zero, 8.7, 17.4, 26.1 and 34.8% of dry matter) in replacement to soybean meal in concentrate for cows on third-end lactation, composition and economic viability. Five Holstein-Zebu lactating cows were distributed in Latin square 5x5 design, with five periods of 18 days. Diets were isonitrogenous, with 60% of corn silage and 40% of concentrate, as total mixed ration. Milk fat content and yield, and milk protein content were not influenced by the different protein sources. The inclusion of cottonseed meal high in energy to about 35% in the concentrate did not change the milk composition, and within the market situation in which they conducted the experiment to replace the soybean meal by cottonseed meal in high-energy diets cows average yield potential (+/- 15 kg/animal/day) can increase the profitability.

Keywords: alternative feeds, economic viability, protein concentrate

INTRODUÇÃO

Produtores e pesquisadores têm como objetivo aumentar a eficiência de conversão dos nutrientes dietéticos em leite, especialmente energia e proteína, além de melhorar as propriedades nutricionais e as características que afetam o processamento industrial do leite. O alcance dessa meta por meio de metodologias que sejam aceitáveis para os consumidores proporciona maiores margens de lucro ao produto (BEQUETTE et al., 1998).

A composição do leite é de grande importância para os diversos setores envolvidos na cadeia láctea. Para os consumidores, ela tem importância nutricional e, para os produtores e indústrias processadoras, tem importância econômica.

Para síntese do leite, a glândula mamária utiliza nutrientes (glicose, aminoácidos, ácidos graxos voláteis, minerais, vitaminas e ácidos graxos de cadeia longa) derivados da digestão dos alimentos. Assim, de forma direta ou indireta, cada componente do leite é influenciado, em algum grau, pela nutrição da vaca (GONZÁLEZ, 2001).

A gordura é o componente mais sensível às alterações na dieta e pode variar em até três unidades percentuais em função de variações da mesma. O efeito sobre o teor de proteína no leite é menor e pode variar em até 0,5 unidades percentuais em função da variação na composição da dieta. Já o conteúdo de lactose não sofre interferências em função da dieta (JENKINS & McGUIRE, 2006).

Por outro lado, quando se leva em conta que os custos com a alimentação são os que mais oneram na produção de leite, torna-se imprescindível a busca por opções que permitam benefícios econômicos sem comprometer o

desempenho animal. Dessa forma, o conteúdo proteico da dieta ganha maior destaque, devido a sua grande exigência e ao elevado custo de fontes tradicionais como o farelo de soja (PINA, et al. 2006)

O farelo de algodão é normalmente usado como substituto parcial ou total ao farelo de soja, principalmente em regiões onde se tem o cultivo do algodão e a agroindústria de processamento com a geração do farelo de algodão como coproduto. Isso disponibiliza esse produto para mercado local com preço competitivo.

Entretanto, a proteína do farelo de algodão apresenta perfil de aminoácidos com menores concentrações de lisina e metionina do que o farelo de soja e, portanto, a substituição total do farelo de soja por farelo de algodão para vacas em início de lactação deve ser vista com ressalvas (BLACKWELDER et al., 1998).

O farelo de algodão alta energia é oriundo do “esmagamento” mecânico do caroço de algodão “deslintado”, ou seja, é obtido a partir de um processo de natureza física, sem adição de substâncias químicas para extração do óleo. Assim, o coproduto farelo de algodão alta energia possui um residual de extrato etéreo de aproximadamente 8 a 10%. Além disso, passa por um processo térmico para expansão e posterior “peletização” do produto. Por seu oriundo de uma nova forma de processamento, ainda são poucos os registros de trabalhos científicos sobre a caracterização nutricional e/ou uso de desse coproduto na alimentação de ruminantes. Porém, a “torta gorda de algodão”, que difere do farelo de algodão alta energia por não passar pelo processamento térmico, foi cientificamente caracterizada como alimento para animais e aparece em algumas publicações sobre sua

composição bromatológica, como em Cottonseed Feed Products Guide (2010) e Valadares Filho (2002). No que tange ao uso dos farelos, Pina et al. (2006) comentaram que o farelo de algodão com 38% de PB pode ser utilizado para vacas leiteira de alta produção (25kg/d) em combinação com silagem de milho, na proporção de 60% da dieta. De acordo com o NRC (2001), farelos de algodão que passam por prensagem mecânica e tratamento com solventes para retirada do óleo possuem valor médio de PNDR de aproximadamente 48% para vacas com consumo proporcional de 4% do PV.

Diante do exposto, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de farelo de algodão de alta energia em substituição ao farelo de soja na dieta de vacas leiteiras no terço final de lactação e não gestantes sobre a composição do leite e viabilidade econômica da atividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Bovinocultura Leiteira da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, no período de 10 de abril a 22 de julho de 2007. O clima da região é do tipo Cwa de Köepen, tropical, sazonal, com duas estações bem definidas, verão chuvoso (outubro a março) e inverno seco (abril a setembro). Durante o período experimental, a temperatura média foi de 23°C, com extremos verificados de 36,3°C e 10,3°C, e umidade relativa média de 74,9%, segundo dados coletados pela Estação

Meteorológica da Fazenda Experimental da UFMT.

Os animais ficaram em local coberto, com piso de concreto e área de descanso coletiva com livre acesso aos bebedouros e à sombra, e as dietas foram ofertadas em cochos individuais para assegurar a mensuração do consumo de cada animal.

Cinco vacas mestiças Holandês-Gir, múltíparas com grau de sangue: 5/8 (H:G); peso corporal médio inicial de aproximadamente 525kg, no terço final da lactação e produção média de leite de 15kg/dia, foram aleatoriamente distribuídas para compor os tratamentos num delineamento em Quadrado Latino 5 x 5 (cinco períodos experimentais x cinco dietas).

Foram avaliados cinco níveis de inclusão de farelo de algodão alta energia (zero; 8,7; 17,4; 26,1 e 34,8% da matéria seca do concentrado) em substituição ao farelo de soja nas dietas de vacas em lactação, com manutenção da relação volumoso:concentrado de 60:40, formuladas para serem isoproteicas (14% de PB). Os ingredientes utilizados foram: silagem de milho, milho moído fino, farelo de soja, farelo de algodão de alta energia, ureia:sulfato de amônio e suplemento mineral (Tabela 1).

O arração foi realizado às 8 e 16 horas, logo após as ordenhas, e os alimentos volumoso e concentrado foram misturados diretamente nos cochos individuais. As sobras de alimento foram pesadas e descartadas (exceto no período de coleta de amostras) após cada arração, para fins de ajuste da quantidade a ser oferecida, no sentido de permitir no mínimo de 10% de sobras, com base na matéria natural.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes utilizados nos tratamentos experimentais

Ingrediente	Tratamentos (%MS)				
	0	8,70	17,40	26,10	34,80
Silagem de Milho (%)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Farelo de Soja (%)	13,70	11,65	9,59	7,54	5,48
Farelo de Algodão ¹ (%)	0,00	3,48	6,96	10,44	13,92
Milho Moído (%)	24,90	23,44	21,97	20,50	19,02
Uréia:SA ² (%)	0,60	0,63	0,68	0,73	0,78
Mistura Mineral ³ (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

¹Farelo de algodão alta energia (Bunge Alimentos, 2007), ²Uréia:Sulfato de Amônio (9:1), ³ Mistura mineral comercial

A fase experimental de coleta de dados teve duração de 90 dias divididos em cinco períodos de 18 dias. Os oito primeiros dias foram destinados à adaptação dos animais às dietas, e os dez dias restantes, à coleta de dados.

No início de cada período foram coletadas amostras do concentrado e, nos últimos quatro dias de cada período, da silagem de milho e das sobras. Imediatamente após a coleta, as amostras foram devidamente acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em *freezer* a -18°C. Posteriormente, essas amostras foram compostas por tratamento e por período, além de terem sido submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72h. Em seguida foram moídas em moinho provido de peneira (2mm), e determinaram-se os teores de: matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), de acordo com metodologia proposta por Silva & Queiroz (2002) e a fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), de acordo

com Van Soest et al. (1991), no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAMEV/UFMT.

Os teores de carboidratos totais dos alimentos (CT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (\% PB + \% EE + \% Cinzas)$ e, para determinação dos carboidratos não-fibrosos (CNF), empregou-se a fórmula descrita por Hall (2001), em que $CNF = 100\% - (PB\% + (FDN\% - FDNcp\%) + EE\% + Cinzas\%)$. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) nas dietas foram estimados segundo equação proposta pelo NRC (2001): $NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + 2,25 EED - 7$, em que: PBD: proteína bruta digestível; FDND: fibra em detergente neutro digestível; CNFD: carboidratos não fibrosos digestíveis; EED: extrato etéreo digestível.

Os dados das análises químico-bromatológicas da silagem de milho e dos concentrados são apresentados na Tabela 2. A composição bromatológica das dietas experimentais consta na Tabela 3.

Tabela 2. Composição química dos concentrados e na silagem de milho

Item	Farelo de algodão de alta energia no concentrado (%)					Silagem de Milho
	0	8,70	17,40	26,10	34,80	
MS ¹	82,69	82,72	82,11	82,94	83,89	34,34
MO ²	95,12	94,16	94,42	94,23	94,27	95,36
MM	4,88	5,84	5,58	5,77	5,73	4,64
PB ²	26,55	26,36	26,51	26,61	25,49	6,71
EE ²	2,30	3,20	3,24	4,01	4,87	2,29
FDN ²	14,48	16,12	18,66	20,23	21,33	54,48
FDA	3,97	6,03	8,39	8,40	9,14	27,97
CNF ²	51,79	48,48	46,02	43,38	42,58	32,31
CT ²	66,27	64,60	64,67	63,61	63,91	86,79

MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, MM = matéria mineral, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, CNF = carboidratos não fibrosos e CT = carboidratos totais.

¹% na MN, ²% na MS.

Tabela 3. Composição química nas dietas experimentais

Item	Farelo de algodão de alta energia no concentrado (%)				
	0	8,70	17,40	26,10	34,80
MS ¹	53,68	53,69	53,45	53,78	54,16
MO ²	95,26	94,88	94,98	94,91	94,92
MM ²	4,74	5,12	5,02	5,09	5,08
PB ²	14,65	14,57	14,63	14,67	14,22
EE ²	2,30	2,66	2,67	2,98	3,33
FDN ²	38,48	39,14	40,15	40,78	41,22
FDA	18,37	19,20	20,14	20,14	20,44
CNF ²	39,84	38,51	37,53	36,47	36,15
CT ²	78,32	77,65	77,68	77,26	77,38

MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, MM = matéria mineral, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, CNF = carboidratos não fibrosos e CT = carboidratos totais.

¹% na MN, ²% na MS.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, e a produção de leite através de dispositivo de fluxo acoplado à ordenhadeira. Amostras de leite foram coletadas no 16º e 17º dia de cada período, nas ordenhas das manhãs e das tardes, que posteriormente foram compostas proporcionalmente por dia, acondicionadas em frascos plásticos com conservante (Bronopol®) e

analisadas para gordura, proteína, lactose e sólidos totais, por leitura de absorção infravermelha realizada pelo equipamento Bentley 2000, no Laboratório da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba-SP.

Os dados de composição do leite foram submetidos à análise de variância e teste de Dunnett. Também foi realizada a

análise de regressão em função dos níveis de substituição maiores que zero (8,7; 17,4; 26,1 e 34,8% da MS). Em todas as análises foi utilizado o nível de significância de 10% e o programa estatístico SAS (SAS 2001) para a análise dos dados. As variáveis foram analisadas de acordo com seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + a_j + p_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = valor referente à observação no animal j , no período k , submetido ao tratamento i ; μ = constante inerente ao modelo; t_i = efeito do i -ésimo tratamento, com i em variação de 1 a 5; a_j = efeito do j -ésimo animal, com j em variação de 1 a 5; p_k = efeito do período k , com k em variação de 1 a 5; e_{ijk} = erro aleatório associado à observação, suposto normal e independentemente distribuído com média = 0 (zero) e variância σ^2 , ou seja, $e_{ijk} \sim N(0; \sigma^2)$.

Para análise econômica da substituição do farelo de soja por farelo de algodão alta energia, considerou-se o consumo de alimentos pelos animais, a produção de leite e o preço dos alimentos e do leite. A produção de leite total por vacas foi obtida por meio do produto entre a produção média diária e período experimental (90 dias). A receita com a produção de leite por vaca foi representada pelo produto entre a produção de leite total por vaca e o preço bruto médio de leite pago no Brasil em 2007, de acordo com dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ/USP (CEPEA, 2008). O custo com alimentação foi representado pelo produto dos preços dos alimentos utilizados, considerados como média da

variação no ano de 2007 no Brasil, de acordo com dados do Cepea (2008), proporcionalmente à sua participação na matéria natural consumida.

A obtenção do custo por litro de leite produzido foi feita com a divisão dos gastos com alimentação por vaca, pela respectiva produção de leite. Dessa forma, o saldo com alimentação representa a diferença entre o valor da produção de leite e os gastos com alimentação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito do tratamento ($P > 0,10$) sobre os teores e produção diária de gordura do leite, e isso ocorreu possivelmente em função da pequena variação entre as dietas no que se refere ao teor de FDN.

Entretanto, Imaizumi (2005) observou aumento de 0,5 pontos percentuais (3,49 para 3,89%) no teor de gordura do leite e, também, aumento na produção diária de gordura (1,23 para 1,29kg/dia) com a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão, quando a inclusão do último foi numa proporção de 30% da dieta.

Os percentuais, lactose, sólidos totais e extrato sólido desengordurado do leite não foram afetados ($P > 0,10$) pela inclusão de farelo de algodão alta energia no concentrado (Tabela 4). Blackwelder et al. (1998) e Pina et al. (2006) trabalharam com substituição de farelo de soja por farelo de algodão e também não verificaram efeito sobre essas mesmas variáveis, porém, esses autores trabalharam com farelo de algodão com menor teor de extrato etéreo.

Tabela 4. Valores médios para composição do leite em gordura (G), proteína (PTN), lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) e produção média diária de cada componente em função dos tratamentos avaliados

Item	Farelo de algodão de alta energia no concentrado (%)					Média	CV (%)
	0	8,70	17,40	26,10	34,80		
G (%)	3,67	3,73	3,72	3,74	3,87	3,74	9,82
G (g/dia)	543,74	513,90	526,26	543,31	529,30	531,30	-
PTN (%)	3,72	3,70	3,62	3,66	3,69	3,68	4,40
PTN (g/dia)	552,09	509,22	511,41	532,30	504,48	521,90	-
Lactose (%)	4,31	4,27	4,31	4,29	4,26	4,29	5,38
Lactose (g/dia)	638,67	587,79	609,99	623,65	582,58	608,53	-
ST (%)	12,68	12,67	12,63	12,64	12,76	12,68	8,26
ST (g/dia)	1.879,44	1.744,90	1.786,27	1.839,13	1.747,01	1.799,35	-
ESD (%)	9,01	8,94	8,91	8,91	8,90	8,93	5,51
ESD (g/dia)	1.335,70	1.231,00	1.260,01	1.295,82	1.217,72	1.268,05	-

CV = Coeficiente de Variação.

Não foi observado efeito da inclusão de farelo de algodão alta energia no concentrado ($P>0,10$) sobre o teor e a produção média diária de proteína do leite (Tabela 4). Entretanto, Maessomi et al. (2006) e Pina et al. (2006) observaram redução da porcentagem de proteína do leite para as dietas em que o farelo de algodão substituiu integralmente o farelo de canola e o farelo de soja (de 3,08% para 2,98% e de 3,19 para 2,98%, respectivamente). Os autores atribuíram o resultado ao menor valor biológico da proteína do farelo de algodão, que não seria capaz de fornecer os aminoácidos limitantes à produção de proteína do leite, por exemplo, lisina.

No presente estudo, o teor de proteína no leite encontrado (Tabela 4) está acima da média relatada na literatura, que, segundo Peres, (2001) é de $3,2 \pm 0,2\%$ para vacas da raça Holandesa. De acordo com DePeters & Cant (1992), em revisão sobre fatores que influenciam a porcentagem de proteína no leite de bovinos, efeitos nutricionais não são consistentes, com apenas alguns trabalhos que indicam aumento no conteúdo de proteína no leite em resposta ao aumento

da proteína dietética, em função do maior aporte de aminoácidos.

Macleod et al. (1984) trabalharam com vacas da raça Holandesa primíparas, com produção média diária de 20kg de leite e alimentadas com dietas com três níveis de energia em função da proporção de volumoso na dieta (50; 36,6 e 23,2% de silagem de milho na MS da dieta) e três níveis de proteína (12,8; 15,8% e 19% PB). Os autores observaram interação significativa entre a energia e a proteína dietética, em que o aumento da PB dietética resultou em maior concentração de proteína no leite, que variou de 3,07 a 3,50%. Neste estudo, o aumento no percentual de proteína no leite foi maior nas dietas com baixa energia, que variou de 3,07% a 3,48%, do que nas dietas com alta energia que variou de 3,33% a 3,50%. É possível que o elevado nível de proteína tenha um maior impacto sobre o consumo de energia digestível em dietas com nível mais baixo de energia. O aumento do consumo de energia até a situação de balanço energético positivo é correlacionado positivamente com o conteúdo de proteína no leite (DePETERS & CANT, 1992).

Os preços dos ingredientes utilizados para o cálculo dos custos das dietas foram: silagem de milho: R\$100,00/ton; farelo de soja: R\$550,00/ton; farelo de algodão de alta energia R\$240,00/ton; milho moído: R\$300,00/ton; ureia+sulfato de amônio: R\$1,86/kg e mistura mineral: R\$ 0,85/kg (CEPEA, 2008).

A inclusão de níveis crescentes de farelo de algodão alta energia reduziu a participação do concentrado nos gastos com alimentação (de 35,49 para 29,18% na dieta); com 34,8% de farelo de algodão alta energia no concentrado, o que contribuiu para o aumento na margem bruta da atividade produtiva

(Tabela 5). Isso pode ser explicado em função da semelhança entre as dietas com relação ao consumo de matéria seca total (26,4; 24,6; 25,2; 26,1 e 24,4g de MS/kg de PV; respectivamente, para níveis de inclusão de zero; 8,7; 17,4; 26,1 e 34,8% de farelo), associado ao mesmo nível de produção menor custo do ingrediente.

Os resultados observados (Tabela 5) demonstram a importância da alimentação na formação dos custos de produção do leite, o que corresponde a 66,34% da receita obtida com a comercialização do produto.

Tabela 5. Receitas, consumo, custos com alimentação e saldo obtidos considerando um período de 90 dias, de acordo com os níveis de inclusão de farelo de algodão no concentrado

Item	Farelo de algodão de alta energia no concentrado (%)				
	0	8,70	17,40	26,10	35,80
Receita					
Produção de leite (kg/dia)	14,73	13,78	14,49	14,44	13,69
Produção total (L/vaca)	1325,70	1240,20	1304,10	1299,60	1232,10
Valor da produção (R\$/vaca)	755,65	706,91	743,34	740,77	702,30
Consumo					
Concentrado (kg MS/dia)	5,93	5,51	5,66	5,82	5,47
Silagem de milho (kg MS/dia)	8,90	8,27	8,49	8,73	8,21
Custos					
Concentrado (R\$/kg MS)	0,50	0,48	0,47	0,44	0,42
Silagem de milho (R\$/kg MS)	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Despesas					
Concentrado (R\$/dia)	2,98	2,65	2,63	2,56	2,28
Valor período (R\$/vaca)	268,21	238,84	236,83	230,67	204,94
Silagem de milho (R\$/dia)	2,59	2,41	2,47	2,54	2,39
Valor período (R\$/vaca)	233,12	216,63	222,40	228,72	215,21
Despesa Total	501,33	455,47	459,23	459,39	420,16
Margem Bruta					
Por animal (R\$/vaca/dia)	2,82	2,79	3,15	3,13	3,13
No período (R\$/vaca)	254,32	251,45	284,11	281,38	282,14
Gastos com alimentação em relação ao valor da produção (%)					
Concentrado	35,49	33,79	31,86	31,14	29,18
Silagem de milho	30,85	30,64	29,92	30,88	30,64
Alimentação	66,34	64,43	61,78	62,02	59,83

Em virtude de os ingredientes utilizados nas dietas de vacas leiteiras sofrerem consideráveis oscilações no preço com o decorrer do ano e, além disso, existirem particularidades regionais quanto à produção e disponibilidade de alimentos, a comparação dos valores observados com os relatados na literatura torna-se difícil e imprecisa. A inclusão de farelo de algodão alta energia em até 34,8 % no concentrado em substituição ao farelo de soja, na situação específica, não altera a composição do leite. O farelo de algodão alta energia apresentou potencial para aumentar a rentabilidade da produção de leite quando em substituição ao farelo de soja em dietas de vacas de médio potencial produtivo.

AGRADECIMENTOS

O experimento contou com o apoio financeiro da Bunge Alimentos, que cedeu os ingredientes utilizados na formulação das dietas.

REFERÊNCIAS

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. [[Links](#)].

BLACKWELDER, J.T.; HOPKINS, B.A; DIAZ, D.E.; WHITLOW, L.W.; BROWNIE, C. Milk production and plasma gossypol of cows fed cottonseed and oilseed meals with or without rumen-undegradable protein. **Journal of Dairy Science**, v.81, n11, p.2934-2941, 1998. [[Links](#)].

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. Indicadores de Preços de Ingredientes. Disponível em <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 22 fev. 2008.

COTTONSEED FEED PRODUCTS GUIDE. Caracterização e composição bromatológica de coprodutos do algodão. Disponível em: <<http://www.cottonseed.com/feedprod.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2010.

DePETERS, E.J.; CANT, J.P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2043-2070, 1992. [[Links](#)].

GONZÁLEZ, F.H.D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; FONTANELI, R.S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p.5-22. [[Links](#)].

HALL, M.B. Recentes avanços em carboidratos não-fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p.149-159. [[Links](#)].

IMAIZUMI, H. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. 2005. 196f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. [[Links](#)].

JENKINS, T.C.; McGUIRE, M.A.
Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.4, p.1302-1310, 2006. [[Links](#)].

MACLEOD, G.K.; GRIEVE, D.G.; McMILLAN, I.; SMITH, G.C. Effect of varying protein and energy densities in complete rations fed to cows in first lactation. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.7, p.1421-1429, 1984. [[Links](#)].

MAESOOMI, S.M.; GHORBANI, G.R.; ALIKHANI, M.; NIKKHAH, A. Short communication: canola meal as a substitute for cottonseed meal in diet of midlactation Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.5, p.1673-1677, 2006. [[Links](#)].

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p. [[Links](#)].

PERES, J.R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; FONTANELI, R.S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p.30-45. [[Links](#)].

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

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System**: for Windows: version 8. Cary, 2001. [[Links](#)].

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p. [[Links](#)].

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets; II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992. [[Links](#)].

VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 297p. [[Links](#)].

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991. [[Links](#)].

Data de recebimento: 17/09/2008
Data de aprovação: 22/02/2010