DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32Suplp2001

Produção e composição do leite de vacas submetidas à dieta contendo diferentes níveis de caroço de algodão

Milk production and composition in dairy cows receiving diets with different levels of whole cottonseed

Dayana Alves da Costa[1]*; Jailton da Costa Carneiro[2]; Fernando César Ferraz Lopes[2]; Marco Antônio Sundfeld Gama[2]; Eloísa de Oliveira Simões Saliba[3]; Gesiane Moura Neves Rebouças[4]

Resumo

Com o objetivo de avaliar a produção e composição do leite foram utilizadas quatro vacas lactantes multíparas Holandês x Zebu com média de 70 dias em lactação, 488 kg de peso corporal alimentadas com diferentes níveis de caroço de algodão adicionados em dieta á base de silagem de cana-de-açúcar e concentrado composto de milho e farelo de algodão. Os tratamentos consistiram de quatro dietas com inclusão de níveis crescentes de caroço de algodão (5, 10 e 15%) na matéria seca da dieta. O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino 4x4. Os resultados demonstram que a suplementação com caroço de algodão não alterou a eficiência da produção de leite (EfPL, kg leite/CMS), concentração de energia líquida (EL) e a relação proteína:gordura (RPG) no leite, contudo foi capaz de alterar a produção de leite corrigida (PLcorr) e a porcentagem do teor de lactose. Os dados do presente trabalho sugerem que utilizar suplementação com caroço de algodão na dieta de vacas leiteiras, mantém a qualidade do leite produzido e conseqüentemente é uma alternativa alimentar sustentável para os sistemas de produção de leite.

Palavras-chave: Confinamento, nutrição animal, ruminantes, subprodutos

Abstract

The present study aimed to evaluate the production and milk composition of four multiparous Holstein-Zebu lactating cows average 70 days of lactation, 488 kg of body weight fed different levels of whole cottonseed will be added to sugarcane silage and concentrate consisting of corn and cottonseed meal. The treatments consisted of four diets with increasing levels of whole cottonseed (5, 10 and 15%) in the diet dry matter. The experimental design was a 4x4 Latin Square. The results demonstrate that supplementation with cottonseed did not affect the efficiency of milk production (EfMP, kg milk / DMI), concentration of net energy (NE) and protein: fat ratio (PFR) in milk, but was able to change corrected milk production (MPcorr) and the percentage of lactose content. The data from this study suggest that using supplemental whole cottonseed in the diet of dairy cows, maintaining the quality of milk produced and consequently is an alternative for sustainable food systems for milk production.

Key words: Feedlot, nutrition feed, ruminants, byproducts

[1] Drª. em Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, MG. E-mail: dayanazoo@yahoo.com.br
[2] Embrapa Gado de Leite, CNPGL, Juiz de Fora, MG. E-mail: jailton@cnpgl.embrapa.br; fernando@ cnpgl.embrapa.br; gama@ cnpgl.embrapa.br
[3] Profª do Deptº de Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, MG. E-mail: saliba@ufmg.br
[4] Doutoranda em Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, MG. E-mail: gesianereboucas@ yahoo.com.br
* Autor para correspondência

Recebido para publicação 18/03/2011 Aprovado em 07/11/2011

Introdução

O tipo e a quantidade de concentrado fornecido na dieta de vacas leiteiras podem influenciar a produção e a rentabilidade do sistema. Os alimentos concentrados normalmente utilizados, milho e farelo de soja, têm sido as principais fontes de energia e proteína, respectivamente. Porém, levando-se em conta a necessidade de suplementação dos animais, no período de escassez de alimentos, o elevado custo e a baixa disponibilidade em determinadas regiões, a utilização desses alimentos leva a aumento considerável no custo de produção de leite Melo et al. (2006).

O caroço de algodão tem sido uma alternativa bastante estudada para a suplementação energética, sua principal vantagem está no alto teor de energia, que reflete o seu conteúdo de óleo. Considerado fonte de energia, é relativamente rico em proteína (24% PB), além disso, não requer nenhum processamento. O óleo é rico em ácidos graxos insaturados, com o ácido linoléico compreendendo 62% e o ácido oléico 15% do total dos ácidos graxos (NRC, 2001). Além dessas vantagens, o caroço de algodão tem capacidade de suprir fibra para a ração quando, por exemplo, é comparado à soja (SIMILI; LIMA, 2007).

A adição de alimentos ricos em lipídios na dieta de ruminantes é de grande valia, por aumentar a densidade energética da dieta, porém, a adição desses nutrientes à dieta em quantidades consideráveis pode prejudicar o desempenho produtivo do animal. A composição do leite, principalmente o teor protéico, pode ser reduzida, quando se fornecem lipídios em dietas de vacas em lactação. A redução da proteína do leite tem sido explicada pela redução da síntese microbiana, uma vez que lipídios não são fontes de energia para o crescimento microbiano ou pela diminuição da disponibilidade de aminoácidos na glândula mamária (SANTOS et al., 2001).

A presença do línter do caroço de algodão diminui a taxa de passagem das dietas altera o enchimento ruminal e estimula a mastigação, o que contribui para o aumento da digestibilidade. Dessa forma o caroço de algodão relativamente rico em proteína e teor de óleo pode suprir uma importante porção protéica e energética de uma vaca leiteira quando utilizado adequadamente.

Segundo Pereira et al. (2004), a efetividade da fibra em detergente neutro (FDN) do línter do caroço de algodão é equivalente à efetividade do feno de alfafa, podendo-se inferir que é fonte de fibra adequada para manter a porcentagem da gordura do leite. Neste sentido, o caroço de algodão apresenta-se como alimento complementar, pois têm em sua composição 19,3% de extrato etéreo (EE), 23,5% de proteína bruta (PB), 77% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 50,3% de fibra em detergente neutro (FDN) (NRC, 2001). Assim, o caroço de algodão apresenta-se como alternativa para substituir parte tanto do volumoso quanto do concentrado, em dietas de vacas em lactação.

Apesar da importância nutricional e funcional de todos os constituintes nutricional do leite, segundo Madalena (2000) os componentes gordura e proteína, são considerados de maior valor econômico dentro dos programas de pagamento de leite por qualidade. Esse fato sugere uma maior importância dada a esses constituintes pelos principais atores da cadeia produtiva leiteira. Devido a esses fatos, o estudo de todos os fatores que alteram a produção e composição química e biológica do leite se torna de grande relevância no contexto econômico e de segurança alimentar.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão do caroço de algodão, em dietas à base de silagem de cana-de-açúcar, sobre a produção e composição do leite de vacas mestiças Holandês x Zebu mantidas em confinamento.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Gado de Leite, localizado no município de Coronel Pacheco, zona da mata do

Estado de Minas Gerais, Brasil. Foram utilizadas quatro vacas mestiças Holandês x Zebu (Tabela 1), com genética variando entre 3/4 a 15/16 de Holandês, fistuladas no rúmen, multíparas (3ª e 4ª cria), no terço inicial de lactação com número de dias de lactação (acima de 60 dias), produção de leite (média inicial de 14,4 kg/dia) e peso médio inicial de 488 kg.

Tabela 1. Características das vacas lactantes utilizadas no experimento.

Componentes	Médias	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Produção de leite, Kg dia $^{-1}$	14,4	3,3	11,1	17,7
Números de partos	3,5	0,5	3	4
Estágio de lactação, dias	85	25,0	60	110
Peso corpóreo, Kg	488,0	35,0	453,0	523,0

Fonte: Elaboração dos autores.

Os animais foram alojados em curral do tipo "*Free Stall"* com camas individuais de areia, bebedouro coletivo e sistema de limpeza de pista por *flushing*. Os cochos de alimentação possuíam portões eletrônicos do tipo *calan-gates* (American Calan Inc., Northewood, NH, EUA) que permitiam controle individual diário do consumo de alimentos.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, as 6 h e as 14 h, e a produção de leite medida diariamente, através do uso de medidores do tipo Mark 5 Milk Meter. As instalações de ordenha eram compostas por uma sala de espera e uma sala de ordenha duplo 8 semi-paralelo com fosso central.

As dietas experimentais (tratamentos), baseadas em silagem de cana-de-açúcar confeccionada com 1% de uréia na matéria seca original como única fonte de volumoso, e o concentrado composto por milho e farelo de algodão foram formulados com o objetivo de atender às exigências estabelecidas pelo NRC (2001) para essa categoria animal. Os tratamentos utilizados, em base de matéria seca (MS) foram os seguintes: Controle ou 0% de caroço de algodão (CA) na MS: silagem de cana-de-açúcar (SCA) + suplemento concentrado sem adição de CA; 5% de CA na MS: silagem de cana-de-açúcar (SCA) + suplemento concentrado com adição de CA; 10% de CA na MS: silagem de cana-de-açúcar (SCA) + suplemento concentrado com adição de CA; 15% de CA na MS: silagem de cana-de-açúcar (SCA) + suplemento concentrado com adição de CA. A composição bromatológica das dietas é apresentada na (Tabela 2) e a composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais encontra-se na Tabela 3.

Para a quantificação da produção de leite foram consideradas as anotações e registro dos últimos 7 dias de cada período experimental. Nos cinco últimos dias de cada fase experimental, foram coletadas amostras individuais para a determinação da composição físico-química. Na ordenha da manhã, eram coletados dois terços da amostra e o terço restante, na da tarde, de forma a representar mais fielmente a composição do leite total produzido no período de 24 horas.

As amostras com aproximadamente 50 mL de leite foram acondicionadas em frascos plásticos contendo uma pastilha de Bronopol como conservante e mantida sob refrigeração -10°C até o momento das análises dos teores de proteína, gordura, lactose, sólidos totais e sólidos não gordurosos realizados no Laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa Gado de Leite (Juiz de Fora, MG). As amostras de leite, antes do início das análises, foram mantidas em banho-maria a 38°C, durante 15 minutos, e a seguir, homogeneizadas, manualmente, sendo as determinações dos valores de gordura, proteína e sólidos totais no leite realizadas por radiação infravermelha utilizando-se o equipamento BENTLEY 2000 da Empresa Bentley Instruments Inc.

Tabela 2. Composição química e energia bruta (Kcal/g) das dietas experimentais consumidas durante o experimento segundo os níveis de inclusão do caroço de algodão com base na matéria seca.

Componentes	**Tratamentos**			
	0	**5%**	**10%**	**15%**
Matéria seca	32,37	32,92	31,44	32,31
Matéria orgânica	91,62	91,95	91,44	91,92
Proteína bruta	8,38	8,05	8,56	8,08
Extrato etéreo	1,82	2,50	2,71	4,84
Fibra em detergente neutro	49,89	47,98	48,41	44,72
Fibra em detergente ácido	31,91	31,51	30,38	29,34
Hemiceluloses	17,98	16,48	18,03	15,38
Celulose	24,24	23,01	22,17	20,15
Lignina	4,50	4,08	4,00	3,75
CNF	23,99	24,96	23,15	25,58
CT	73,88	72,95	71,56	70,31
NNP[1*]	61,92	59,23	69,29	62,86
NIDN[2*]	12,8	12,2	13,2	11,0
NIDA[3*]	6,40	7,31	7,41	7,83
Energia Bruta	4,30	4,17	4,05	4,27
Cinzas	8,38	8,05	8,55	8,02

[1]Nitrogênio não protéico, [2] Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, [3] Nitrogênio insolúvel em detergente ácido *Porcentagem no nitrogênio total. CNF (carboidratos não fibrosos) e CT (carboidratos totais) estimados conforme equação proposta por Sniffen et al. (1992).

Tabela 3. Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais de acordo com os níveis de inclusão do caroço de algodão em base de matéria seca (%MS).

Ingredientes	**Tratamentos**			
	0	**5%**	**10%**	**15%**
Silagem de cana- de-açúcar[1]	59,1	59,2	59,0	59,2
Milho	23,0	21,7	21,0	19,7
Farelo de algodão	16,4	12,6	8,5	4,6
Caroço de algodão	0	5,0	10,0	15,0
Mistura mineral	1,5	1,5	1,5	1,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

[1]Formulada com 1% de uréia.

A produção de leite corrigida para 4% de gordura foi calculada a partir da equação PLC4% = (0,4 x kg/dia de leite) + [15 x (produção de gordura x produção de leite / 100)] conforme a fórmula descrita no (NRC, 2001). A partir da equação sugerida pelo (AFRC, 1993), calculou-se a concentração energética do leite, conforme a fórmula: EL (Mcal/kg) = (0,0929*G) + (0,0547*PB) + (0,0395*Lact), em que G, PB e Lact são as porcentagens de gordura, proteína e lactose do leite.

Os resultados da composição do leite foram analisados pelo procedimento GLM do SAS (SAS, 2001), tendo como fontes de variação: quadrado-latino (4x4), animal dentro do QL período, tratamento (níveis do caroço de algodão) e interação QL x tratamento. Os efeitos de tratamento foram avaliados pelo PROC REG do SAS. As diferenças entre os tratamentos foram comparadas pelo teste SNK em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os valores médios observados para o consumo de matéria seca (CMS), nas diferentes formas de expressão, encontram-se na Tabela 4. Não foi verificada interação significativa (P<0,05) de níveis de inclusão do caroço de algodão × e consumo mensurado de matéria seca para estas variáveis. A inclusão de caroço de algodão não influenciou o consumo diário de matéria seca (CMS) ou em porcentagem do peso vivo (CMSPV), com médias de 10,92 kg/dia, e 2,15 kg MS/100 kg PV, para os níveis de inclusão de 15% do caroço de algodão, respectivamente.

Tabela 4. Consumos diários de MS (CMS) em kg/dia e percentagem de peso vivo (%PV) de vacas submetidas a diferentes dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão.

Variável	% Caroço de Algodão na dieta			
	0	5%	10%	15%
CMS, kg/dia	12,35	12,23	13,06	10,92
CMS, %PV	2,46	2,46	2,68	2,15

As médias não diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

Estes resultados diferem dos observados por Melo et al. (2006) que avaliaram o efeito da inclusão do caroço de algodão, sobre o desempenho de vacas em lactação, a inclusão do caroço de algodão na dieta promoveu aumento no CMS de 0,11 kg por dia, para cada unidade porcentual de inclusão do caroço de algodão, representando um aumento de 0,52%.

O consumo é regulado, entre outros fatores, pelas características dos alimentos. Em dietas ricas em fibra e com menores concentrações energéticas, o consumo aumenta até que seja atendida a necessidade energética do animal, observando-se o limite de 1,2% PV para o efeito de enchimento físico do rúmen. Em dietas ricas em energia, o consumo é interrompido antes do efeito do enchimento ruminal, ao atender os requerimentos de produção, o que pode explicar a redução de 11 % no consumo de MS para a inclusão de 15% de caroço de algodão em relação ao tratamento controle.

Os valores observados para o consumo de matéria seca em kg/dia e %PV foram inferiores aos registrados por Eifert et al. (2006) ao trabalharem com vacas lactantes alimentadas com diferentes fontes de carboidrato no concentrado em combinação com óleo de soja que apresentaram consumo médio de matéria seca de 17,8 kg/dia para a inclusão de 2,25% de óleo de soja. Todavia, os efeitos sobre o CMS corroboram com os relatados por Abel-Caines, Grant e Haddad (1997), que não observaram influência do caroço de algodão no CMS em vacas em lactação.

As médias referentes à produção de leite corrigida (PLcorr) ou não (PL), eficiência da produção de leite (EfPL, kg leite/CMS), porcentagens de gordura e proteína, porcentagens de lactose, sólidos totais (ST), sólidos não gordurosos (SNG) e relação proteína:gordura (RPG), bem como os respectivos coeficientes de variação, equações de regressão e significância para os modelos linear e quadrático, em função da proporção de caroço de algodão nas dietas, são mostrados na Tabela 5.

A inclusão do caroço de algodão nas dietas experimentais não afetou a produção de leite (PL) e a porcentagem de gordura do leite, durante os 180 dias do experimento, não apresentou diferenças significativas estatisticamente, conforme a Tabela 5. Assim sendo, a suplementação com caroço de

algodão não alterou a produção de leite. No entanto, a produção de leite corrigido para o teor de gordura (PLcorr) aumentaram linearmente. Esse aumento na PLcorr pode ter sido decorrente do incremento na eficiência da produção de leite (EfPL, kg leite/CMS).

Tabela 5. Produção de leite corrigida (PLcorr) ou não (PL), eficiência da produção de leite (EfPL, kg leite/CMS), porcentagens de gordura e proteína, porcentagens de lactose, sólidos totais (ST), sólidos não gordurosos (SNG) e relação proteína:gordura (RPG) e concentração de energia líquida (EL) no leite de vacas submetidas a diferentes dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão.

Item	Tratamentos				CV%	ER	R^2
	0	5%	10%	15%			
PL kg/dia	11,3	11,7	11,3	11,9	15,6	*NS	-
PLcorr kg/dia	11,0[a]	11,4 [a]	11,7 [a]	12,1 [b]	19,3	Y= 10,64 + 0,38X	0,99
EfPL	0,92	0,96	0,87	1,1	15,2	*NS	-
Gordura %	3,9	3,8	4,2	4,4	10,4	*NS	-
Proteína %	3,5	3,4	3,6	3,5	5,2	*NS	-
Lactose %	4,2[a]	4,2 [a]	4,3 [b]	4,2 [a]	1,6	Y= 4,02 + 0,17X - 0,033 X^2	0,99
ST %	12,5	12,4	13,0	13,1	3,8	*NS	-
SNG %	8,6	8,6	8,8	8,3	5,1	*NS	-
RPG	0,90	0,89	0,86	0,80	4,1	*NS	-
EL, Mcal/kg	0,72	0,71	0,76	0,77	3,5	*NS	-

X - Nível de caroço de algodão; * NS - Não significativo pelo teste SNK (P<0,05).

O aumento na PLcorr foi de 0,38 kg por dia (=10,64 + 0,38X), para cada unidade porcentual de inclusão do caroço de algodão na dieta, o que representa um aumento de 3,6% na PLcorr. A busca de maior produtividade utilizando co-produtos industriais na dieta vem de longa data, Harvatine, Firkins e Eastridge (2002) forneceram caroço de algodão para vacas em lactação e não obtiveram resultados positivos para a PLcorr corrigido para 3,5% de gordura, resultado que não foi confirmado neste estudo. A justificativa para a suplementação com caroço de algodão é baseada em três hipóteses: melhora da resposta animal especialmente na fase inicial da lactação, em que o consumo de alimentos é limitado pelo stress pós-parto (15% em média), evitando, assim, a perda de peso, o balanço energético negativo e, conseqüentemente, a redução da produção total de leite na lactação, pelo aumento do nível de energia na alimentação; o caroço de algodão, devido a sua composição, é uma excelente fonte de fibra e proteína para vacas em lactação; não requer nenhum processamento.

Os resultados desta pesquisa confirmam os achados de Melo et al. (2006) que relataram aumento linear na PLcorr de 0,20 kg por dia para cada unidade porcentual de inclusão do caroço de algodão na dieta. Neste aspecto, é interessante salientar que a variabilidade na produção de leite entre rebanhos, é muito grande, devido a fatores como a resistência individual dos animais à mastite, a conversão alimentar de cada animal, a idade do animal, o número de lactações, a resposta ao estresse térmico, entre outros.

Pires et al. (2010) avaliaram a substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar mais caroço de algodão e observaram que a produção de leite foi menor para as vacas recebendo caroço de algodão na dieta. O teor de gordura mostrou-se maior para vacas recebendo cana-de-açúcar mais caroço de

algodão e o teor de proteína não foram afetados pela inclusão do caroço de algodão à dieta.

A adição de caroço de algodão neste estudo, possivelmente possibilitou uma menor produção ruminal de microrganismos, como menos interferência no teor de gordura. Esse fato demonstra que não houve inibição da síntese de gordura em nenhum dos tratamentos. Essa inibição seria esperada principalmente em razão do maior conteúdo de lipídeos insaturados em dietas com caroço de algodão e, ainda, devido aos efeitos ruminais e pós-ruminais desses ácidos graxos. Efeito ruminal dos lipídios que acarretam diminuição dos teores de gordura do leite geralmente está associado a efeito tóxico sobre a população bacteriana, resultando em diminuição da produção de acetato e butirato no rúmen, substratos fundamentais para a síntese de gordura na glândula mamária.

Os valores apresentados neste estudo para a porcentagem de gordura não diferiram em função da inclusão do caroço de algodão e não concordaram com os relatos de Melo et al. (2006) que descreveram que dieta com caroço de algodão diminui a síntese de ácidos graxos de cadeia curta na glândula mamária, porém ocorre transferência dos ácidos graxos de cadeia longa, do caroço de algodão para o leite, o que resulta em aumento líquido da porcentagem de gordura do leite. A magnitude de depressão ou transferência dos ácidos graxos aumenta com a maior disponibilidade de ácidos graxos de cadeia longa, provenientes do caroço de algodão.

Não houve efeito significativo ($P<0,05$) para o teor de proteína no leite de vacas alimentadas com caroço de algodão, estes resultados estão de acordo com Cunha Filho et al. (2007) que relataram que a proteína e um dos componentes do leite que pode sofrer alterações nos seus níveis e nos seus componentes. Porém, enquanto a gordura pode variar de 2 a 3 unidades percentuais, a amplitude de variação do teor de proteína do leite e bem menor, oscilando não mais que 0,3 a 0,4 unidades percentuais.

Pina, Valadares Filho e Valadares (2006) observaram redução da porcentagem de proteína do leite de vacas lactantes que receberam dietas em que o caroço 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 caroço de algodão, que não seria capaz de fornecer os aminoácidos limitantes à produção de proteína do leite. No presente estudo o teor de proteína no leite encontrado está acima da média relatada na literatura, que segundo Pina Valadares Filho e Valadares (2006) seria de 3,2 ± 0,2% para vacas da raça holandês.

Houve efeito quadrático no teor de lactose do leite ($P<0,05$) com o aumento de caroço de algodão na dieta (Tabela 5). O conteúdo de lactose foi maior ($P<0,05$) para o tratamento com 10% de inclusão do caroço de algodão enquanto os demais foram semelhantes entre si. Cunha Filho et al. (2007), encontraram uma média de 4,4% de lactose em leite bovino. Valores semelhantes foram obtidos neste experimento (4,2; 4,3 e 4,2%) para os níveis de inclusão do caroço de algodão 5, 10 e 15% respectivamente.

Melo et al. (2006) comentam que é comum encontrar na literatura citações em que reduções no teor de lactose do leite são freqüentemente observadas em animais subnutridos e somente dessa forma ocorreriam alterações. Contudo, neste estudo o comportamento para o teor de lactose é semelhante ao relato por Pires et al. (2010) que obteve uma variação quadrática com ponto de máxima no teor de lactose do leite em animais bem nutrido. Neste estudo, a inclusão de 10% do caroço de algodão aumentou o teor de lactose do leite em comparação à dieta controle e àquela com 15% do caroço de algodão, fato que não era esperado, pois a lactose é o nutriente mais estável do leite, portanto, é menos susceptível a alterações.

Não houve efeitos significativos dos tratamentos

(P>0,05) no teor de sólidos totais, estes resultados são apresentados na Tabela 5. De acordo com Cunha Filho et al. (2007) as variações observadas no teor de sólidos totais está relacionada diretamente com as variações do teor de gordura no leite, com o qual mantêm uma estreita relação, o que foi confirmado neste estudo pelo resultado dos sólidos não gordurosos ao se eliminar a influência do teor de gordura sobre o total dos sólidos do leite. Dessa forma, não foram encontradas diferenças significativas (P>0,05) para o efeito dos tratamentos sobre os sólidos não gordurosos do leite.

A produção de sólidos desengordurados foi maior nos tratamentos em que a concentração de gordura no leite apresentou médias menores, demonstrando a correlação inversa entre as duas variáveis. Os valores obtidos para sólidos não gordurosos dos tratamentos sem adição do caroço de algodão (8,6%) e com acréscimo de 5% (8,6%) e 10% (8,8%) encontram-se acima (mínimo 8,2%) do valor estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 2010).

Em razão das diferentes proporções dos constituintes do leite, a concentração de energia líquida no leite e a secreção diária não foram alteradas pela inclusão do caroço de algodão. Porém, as menores concentrações de lactose e gordura verificadas no leite das vacas sob dietas contendo o caroço de algodão proporcionaram produção de leite com menor concentração calórica, embora não tenham diferido entre si na produção de leite por dia. Isso sugere que houve efeito de diluição e que, apesar da pequena resposta, a redução na concentração energética foi mantida na produção de leite kg/dia.

Os resultados das análises químicas do leite encontrados neste trabalho (Tabela 5) estão dentro da faixa de valores recomendados pela legislação vigente no país que preconiza os valores mínimos de 2,8% de proteína, 2,9% de gordura, 8,2% para sólidos não gordurosos (BRASIL, 2010). Isso indica que o leite de vacas que façam uso de rações suplementadas com caroço de algodão nestas mesmas condições não tem as características físicas e químicas drasticamente alteradas, sendo, portanto considerado um leite normal, podendo ser utilizado pelas indústrias de laticínios.

Conclusões

A inclusão de caroço de algodão em até 15% na matéria seca das dietas de vacas em lactação alterou a produção de leite corrigida para 4% de gordura e o teor de lactose. O leite produzido nas condições desse experimento atende a legislação vigente.

Agradecimentos

A Fapemig e Petrobrás pelo financiamento do projeto de pesquisa, ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa a Embrapa Gado de Leite - CNPGL por ceder suas instalações e animais para realização do experimento.

Referências

ABEL-CAINES, S. F.; GRANT, R. J.; HADDAD, S. G. Whole cottonseeds or a combination of soybeans and soybean hulls in the diets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science,* Savoy, v. 80, n. 7, p. 1353-1357, 1997.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH - AFRC. *Energy and protein requirements of ruminants.* Wallingford: CAB International, 1993. 176 p.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. *Projeções do agronegócio 2009/10 a 2019/20*. Brasília, 2010. 48 p.

CUNHA FILHO, L. F. C.; CHIACCHIO, S. B.; GONÇALVES, R. C.; PARDO, P. E.; GASTE, L.; OKANO, W.; CROCCI, A. J. Avaliação da produção de leite e contagem de células somáticas em bovinos leiteiros suplementads com *Saccharomyces cerevisiae* com fonte de zinco orgânico. *Semina: Ciências Agrárias,* Londrina, v. 28, n. 4, p. 685-694, out./dez. 2007.

EIFERT, E. da C.; LANA, R. de P.; LANNA, D. P. D.; LEOPOLDINO, W. M.; OLIVEIRA, M. V. M. de; ARCURI, P. B.; CAMPOS, J. M. de S.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. de C. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de

soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia,* Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 211-218, 2006.

HARVATINE, D. I.; FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L. Whole linted cottonseed as a forage substitute fed with ground or steam-flaked corn: digestibility and performance. *Journal of Dairy Science,* Savoy, v. 85, n. 8, p. 1976-1987, 2002.

MADALENA, F. E. Conseqüências econômicas da seleção para gordura e proteína do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*,Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 685-691, 2000.

MELO, A. A. S. de; FERREIRA, M. de A.; VÉRAS, A. S. C.; LIRA, M. de A.; LIMA, L. E. de; PESSOA, R. A. S.; BISPO, S. V.; CABRAL, A. M. D.; AZEVEDO, M. de. Desempenho leiteiro de vacas alimentadas com caroço de algodão em dieta à base de palma forrageira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira,* Brasília, v. 41, n. 7, p. 1165-1171, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle.* 7. ed. Washinton, D.C.: National Academy Press, 2001. 381 p.

PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V. de; MIZUBUTI, I. Y.; QUEIROZ, A. C. de; MUNIZ, E. B.; BARRETO, J. C.; GRANZOTTO, F.; PINTO, A. P.; RAMOS, B. M. de O. Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com diferentes fontes de volumosos conservados. *Revista Semina: Ciências Agrárias,* Londrina, v. 25, n. 2, p. 159-166, 2004.

PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. *Revista Brasileira de Zootecni*a,Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1543-1551, 2006.

PIRES, A. V.; SUSIN, I.; SIMAS, J. M. C. de; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C. de; FERNANDES, J. J. de R.; ARAUJO, R. C. de; MENDES, C. Q. Substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar e caroço de algodão sobre o desempenho de vacas holandesas em lactação. *Ciência Animal Brasileira,* Goiânia, v. 11, n. 2, p. 251-257, 2010.

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

SAS INSTITUTE. *The SAS system for windows.* Version 6.12. Cary, 2001.

SIMILI, F. F.; LIMA, M. L. Como os alimentos podem afetar a composição do leite das vacas. *Pesquisa e Tecnologia. Apta Regional*, Ribeirão Preto, SP, v. 4, n. 43, p. 123-127, 2007.

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