

Produção e composição do leite e digestibilidade da dieta em vacas mestiças alimentadas com caroço de algodão

Production and composition of milk and digestibility of the diet in mestizo cows fed with cottonseed

Producción y composición de leche y digestibilidad de la dieta en vacas mestizas alimentadas con semilla de algodón

Fagner Machado Ribeiro^{1*}, Alan Soares Machado², Lidiane de Oliveira Silva¹, Marcelo Marcondes Godoy², Oscar Lopes de Farias Júnior², Wiliam Henrique Diniz Buso² e Emizael Menezes de Almeida¹

¹Instituto Federal Goiano – Câmpus Ceres. Curso de Zootecnia. Ceres, Brasil. ²Instituto Federal Goiano – Câmpus Ceres. Departamento de Zootecnia. Ceres, Brasil. *Correio eletrônico: fagnermr@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se, avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de caroço de algodão - CA (0,0; 6,0; 11,0; 17,0%) na ração de gado leiteiro, sobre a produção e a composição do leite, assim como na digestibilidade da dieta, em substituição do concentrado com base na matéria seca. Foram utilizadas quatro vacas mestiças (Europeu x Zebu) com aproximadamente 500 kg/PV, produção média de 15 kg/leite/dia. Utilizou-se delineamento em quadrado latino 4 x 4, totalizando 60 dias, subdividido em quatro períodos de 15 dias cada, sendo 10 dias de adaptação e cinco dias coletando dados. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) no consumo de matéria seca, fibra em detergente neutro, proteína bruta, carboidrato não fibroso, carboidratos totais, nutrientes digestíveis totais, coeficiente de digestibilidade aparente total da matéria seca, produção de leite (kg/d), Gordura (%), extrato seco desengordurado (ESD %), extrato seco total (EST %), Proteína (kg/d), relação Proteína: Gordura, eficiência alimentar, eficiência alimentar corrigida, concentração de energia (Mcal/kg). O consumo de extrato etéreo (EE) teve um comportamento linear crescente ($P < 0,05$). A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/d) e energia da lactação (Mcal/d) diminuíram ($P < 0,05$) linearmente, já a o teor e produção de lactose (kg/d) tiveram comportamentos quadráticos. O caroço de algodão pode ser oferecido aos animais com até 15 kg/leite/dia sem comprometer o consumo de matéria seca (CMS). Entretanto, a administração de CA a níveis superiores a 11% demonstrou efeito negativo sobre a produção e composição do leite.

Palavras-chave: coproduto, lipídeos, vacas leiteiras

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of including different levels of whole cottonseed - WC (0.0, 6.0, 11.0, 17.0%) into dairy cattle ration, on milk production and composition, as well as digestibility of the diet, to substitute dry-matter based concentrate food. Four european-zebu cows (nearly 500 kg/LW), with an average in production of 15 kg of milk per day, and a latin square design were used. The experiment was performed during a 60-day period, split into four sub-periods of 15 days, wich consisted of a 10-day adaptation, and a 5-day data collection. There was no significant effect ($P > 0,05$) on dry matter consumption, neutral detergent fiber, crude protein, non-fibrous carbohydrate, total carbohydrates, total digestible nutrients, dry matter apparent digestibility coefficient, milk yield (kg/day), fat (%), defatted dry extract (%), total dry extract (%), protein (kg/day), protein/fat ratio, food efficiency, corrected feed efficiency and energy concentration (Mcal/kg). The intake of ether extract had an increasing lineal behavior ($P < 0.05$). However, milk production, (corrected to 3,5 fat), fat (kg/day) and lactation energy (Mcal/day), showed a decreasing lineal behavior ($P < 0.05$), while lactose content and production (kg/day), had a quadratic response. Therefore, WC can be offered to animals producing up to 15kg milk a day, without compromising dry matter consumption. On the other hand WC supply levels above 11% showed negative effects on milk production and composition.

Key words: coproduct, lipids, milk cows.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de diferentes niveles de inclusión de semillas de algodón – SA (0,0; 6,0; 11,0; 17,0%) en la ración de vacas lecheras, sobre la producción y composición de la leche, así como en la digestibilidad de la dieta, reemplazando el concentrado con base en la materia seca. Fueron utilizadas cuatro vacas mestizas con aproximadamente 500 kg/PV, producción media de 15 kg/leche/día. Se utilizó un diseño cuadrado latino 4x4, totalizando 60 días, subdivididos en cuatro periodos de 15 días cada uno, siendo 10 días de adaptación y 5 días de recolección de datos. No hubo efecto significativo ($P>0,05$) en el consumo de materia seca, fibra en detergente neutro, proteína bruta, carbohidrato no fibroso, carbohidratos totales, nutrientes digestibles totales, coeficiente de digestibilidad aparente total de la materia seca, producción de leche (kg/d), grasa (%), extracto seco sin grasa (ESD) (%), extracto seco total (EST %), proteína (Kg/d), relación proteína-grasa, de la eficiencia alimenticia, eficiencia alimenticia corregida, concentración de energía (Mcal/kg). El consumo de extracto etéreo (EE) tuvo un comportamiento lineal creciente ($P<0,05$). La producción de leche corregida para 3,5% de grasa (kg/d) y energía de lactación (Mcal/d) disminuyeron ($P<0,05$) linealmente, ya el tenor y producción de lactosa (kg/d) tuvieron comportamientos cuadráticos. La semilla de algodón puede ser ofrecida a los animales con hasta 15 kg/leche/días sin comprometer consumo de materia seca (CMS). Sin embargo, la administración de CA a niveles superiores a 11% demostró un efecto negativo sobre la producción y composición de leche.

Palabras clave: subproductos, lípidos, vacas lecheras

INTRODUÇÃO

Em 2014 a produção nacional de leite sob inspeção federal, estadual e municipal, aumentou 5,0% relativamente ao ano de 2013, alcançando um total de 24,7 bilhões de litros (Fagundes, 2015). O Brasil vem apresentando um constante crescimento na produção de leite, sendo que ainda temos, nos índices de produtividade, indicadores muito desfavoráveis em média, uma vaca brasileira produz por dia pouco mais de quatro litros de leite por dia. A baixa produção

por vaca mostra que existe potencial para incremento da produção nacional.

Dentre os diversos fatores que comprometem a produção de leite, alimentar as vacas lactantes tem sido o um desafio para os nutricionistas que buscam sempre manter um bom estado corporal do animal a fim de maximizar a produção leiteira, de forma que se minimizem os custos da dieta, pois é sabido que a alimentação corresponde cerca de 70% dos custos de produção. Com isso busca-se minimizar os custos de produção utilizando alimentos alternativos, de menor custo e de alto valor nutritivo, em substituição aos convencionais.

Nos últimos anos a utilização do caroço de algodão na dieta de vacas em lactação vem sendo incrementada no Brasil, principalmente pela disponibilidade desse produto em algumas regiões e o alto custo da suplementação proteica.

Pesquisas vêm mostrando que o caroço de algodão pode ser usado de várias formas físicas (inteiro, moído, triturado etc.) na alimentação de ruminantes bem como a sua importância com relação à cinética ruminal e seus efeitos na produção de leite (Teixeira *et al.*, 2002; Pires *et al.*, 2010; Costa *et al.*, 2011).

A frequente utilização do caroço de algodão em dietas de bovinos se deve ao fato deste alimento apresentar boa característica como fonte de proteína bruta (PB), de energia e fósforo. Três nutrientes que representa os maiores custos nas dietas e comumente deficientes nas mesmas. Grande parte da proteína do caroço de algodão é degradada no rúmen (77%), uma característica interessante do ponto de vista nutricional, considerando a disponibilidade do nitrogênio desse alimento para síntese de proteína microbiana (Conab, 2012).

Além das demais características nutricionais, o caroço de algodão apresenta em sua composição um considerável teor de fibra. Esta fibra dispõe de uma efetividade relativamente alta, estimulando a ruminação e a preservação do funcionamento ruminal, apresentando alta digestibilidade, permitindo a substituição de alimentos volumosos na dieta sem prejudicar a fermentação ruminal (Costa, 2010).

Segundo Costa *et al.* (2011) a justificativa para a suplementação com caroço de algodão é

baseada em três hipóteses são elas: 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.

Sendo assim o presente estudo teve como objetivo, avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de caroço de algodão (CA) na dieta de vacas lactantes, sobre o consumo e a digestibilidade aparente total da matéria seca, bem como a produção e composição do leite.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de bovinocultura do Instituto Federal Goiano - Câmpus Ceres, a 15° 21'02,5" S e 49° 35'53,8" W Gr, no período de 03 de Novembro de 2013 a 06 de Janeiro de 2014. Foram utilizadas quatro vacas mestiças (Europeu x Zebu) terço médio da lactação com aproximadamente 500 kg/PV, com uma produção média diária de 15 kg de leite. As vacas foram mantidas confinadas em baias individuais, com comedouros e bebedouros e área de 48 m², cobertas por telha de barro na linha central do comedouro e sombrite na área

de descanso. As baias possuíam 50% do piso de bloquete, sobre o qual foi colocado bagaço de cana, com a finalidade de servir de cama e o restante do piso era de chão batido.

As dietas experimentais foram formuladas utilizando como referência o AFRC (1993) para atender as exigências nutricionais das vacas de forma que fossem isoprotéicas, contendo silagem de milho como volumoso. Todas as dietas tiveram a mesma proporção de volumoso concentrado (70:30). Os tratamentos testados foram: dieta controle sem caroço de algodão 0,0; 6,0; 11,0 e 17,0% de CA em substituição do concentrado da dieta em relação da MS.

As dietas foram fornecidas duas vezes por dia às 8h00 e 16h00 na forma de dieta total, tendo como volumoso a silagem de milho, sendo oferecidas 40% pela manhã e 60% à tarde, em quantidade que assegurasse consumo à vontade com sobras de no máximo 10% do total oferecido que foram retiradas e pesadas diariamente. Utilizou-se um quadrado latino 4 x 4, tendo 10 dias para adaptação e cinco dias para coleta dos dados, perfazendo quatro períodos de 15 dias. A proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais está descrita na Tabela 1. O LIPE® foi utilizado como marcador externo, para determinação da digestibilidade aparente da matéria seca das

Tabela 1. Percentual dos ingredientes e composição química das dietas experimentais com base na matéria seca

Ingredientes	Tratamentos			
	0	6	11	17
Silagem de Milho	70,62	70,8	71,08	74,23
Caroço de Algodão	0	6	11	17
Milho	17,3	13,82	10,5	5,19
Farelo de Soja	10,14	8,1	6,2	3
CalcárioCalcítico	0,65	0,52	0,4	0,19
FriRibe 160	0,97	0,78	0,61	0,29
Sal Comum	0,32	0,26	0,21	0,1
Composição química (%MS)				
Matéria Seca	34,67	34,77	35,11	35,77
Proteína Bruta	12,22	13,11	12,22	13,11
Extrato Etéreo	3,2	4	5,2	5,5
Matéria Mineral	5,2	4,7	5,1	5,1
NDT	70,2	70,9	72,2	73,7

NDT: Nutrientes digestíveis totais.

dietas. O mesmo foi administrado as 8h:00m da manhã na forma de uma cápsula de 500mg/dia, que foi incorporada a dieta, tendo a certeza de sua ingestão. Sendo dois dias de adaptação e cinco de coletas. Foram coletadas cerca de 300g de amostras de fezes, da porção final do reto, nos últimos cinco dias de cada período no horário das 8h:00m da manhã, sendo colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer a -20°C, ao final do experimento foi realizada uma amostragem composta de 400g para uma secagem em estufas de ventilação forçada (55-60°C) por 72 horas, onde foi determinada a matéria seca, de acordo com (AOAC,1990). Posteriormente foi embalada 10g da mesma devidamente identificada, que foi enviada ao laboratório para determinação da digestibilidade.

O alimento oferecido e o recusado foram pesados diariamente para determinação do consumo de matéria seca (MS) por animal/dia, durante os cinco dias de coleta de dados de cada período. Antes do fornecimento das dietas, amostras de alimento oferecido foram coletadas separadamente (a silagem na quantidade de 200 g/d). As sobras de alimento foram amostradas e compostas por vaca e período. As amostras foram conservadas congeladas a -20°C e, posteriormente, foram descongeladas e secas em estufas de ventilação forçada (55-60°C) por 72 horas, onde foi determinado o teor de matéria seca, de acordo com (AOAC, 1990).

Depois de secas as amostras de alimento oferecido e recusado, foram moídas em um moinho tipo Willey, provido de peneiras de 1mm e analisadas para matéria seca (105°C durante 15 horas), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), de acordo com a AOAC (1990), e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA), de acordo com (Van Soest, 1991).

A ordenha mecânica das vacas foi realizada duas vezes ao dia 7h:00m da manhã e 15h:00m da tarde. O leite foi pesado diariamente no período de coleta de dados nas duas ordenhas para controle individual de produção. A produção de leite foi avaliada durante as ordenhas com o auxílio de um medidor automático de leite acoplado no sistema de ordenha, da marca True Test®, fracionado em intervalos de 0,500 kg, com capacidade de estimar até 31 kg de leite por vaca.

A produção, assim como as amostragens do leite para análise de composição, foi realizada durante as duas ordenhas nos últimos dois dias de cada período. Para tanto foram encaminhadas para o Laboratório de Qualidade do Leite (LQL) do Centro de Pesquisa de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (LQL/UFG). Para o cálculo da produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, utilizou-se a seguinte equação: $LCG\ 3,5\% = (0,4255 \times \text{kg leite}) + [16,425 \times (\% \text{gordura} \div 100) \times \text{kg de leite}]$ (Gaines, 1928).

Para o cálculo do consumo de nutrientes digestíveis totais, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, proteína bruta e carboidrato não fibroso adotou-se a multiplicação do consumo de matéria seca (CMS) pelo percentual de cada nutriente determinado na matéria seca da dieta dividido por 100.

A concentração energética do leite (Mcal/kg) de leite produzido foi estimada a partir da seguinte fórmula: $(\text{Mcal/kg}) = (0,0929 \times \% \text{gordura}) + (0,0547 \times \% \text{proteína}) + (0,0395 \times \% \text{lactose})$. Os valores encontrados foram multiplicados pela produção de leite (kg/d), obtendo-se a energia líquida da lactação expressa em Mcal/dia (NRC, 2001).

Os cálculos para eficiência alimentar e eficiência alimentar corrigida foram realizados segundo Eifert *et al.* (2005) de acordo com a fórmula: $EA = PL\ (\text{kg/d}) \div CMS\ (\text{kg/d})$; $EA\ \text{corrigida} = PLC\ (\text{kg/d}) \div CMS\ (\text{kg/d})$, em que: EA = eficiência alimentar; PL = produção de leite; CMS = consumo de matéria seca; EA corrigida = eficiência alimentar corrigida; PLC = produção de leite corrigida.

O experimento instalado foi delineado em quadrado latino 4 x 4 (quatro animais e quatro períodos). As variáveis foram analisadas por meio de modelos de regressão polinomial em função dos tratamentos (níveis de caroço de algodão) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% com o auxílio do *software* SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada interação significativa ($P > 0,05$) para os níveis de inclusão do caroço de algodão (CA) nas dietas de vacas lactantes em relação ao consumo da matéria seca (CMS), nutrientes digestíveis totais (CNDT), fibra em detergente neutro (CFDN), proteína bruta (CPB), carboidrato

não fibroso (CCNF), carboidratos totais (CCT) (Tabela 2).

Observou-se aumento linear ($P < 0,05$) no consumo de extrato etéreo (CEE), de acordo com os níveis crescentes de inclusão de CA (Tabela 2), que é reflexo do conteúdo de EE do caroço de algodão e sua respectiva porcentagem de inclusão na dieta. O CA apresenta na sua composição bromatológica cerca, 20% de extrato etéreo (Manella & Bion 2000). Na literatura encontram-se relatos que avaliaram a inclusão de fontes de gordura na dieta de bovinos e o consumo de EE foi crescente (Duarte *et al.*, 2005; Borba *et al.*, 2006; Melo *et al.*, 2006; Miller *et al.*, 2009; Araújo, 2012).

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$), para o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, os resultados obtidos neste estudo foram: 71,67% para os animais que não receberam CA; 71,95% para 6% de CA; 70,09% para 11% de CA; 71,73% para 17% de inclusão de CA, na dieta de vacas mestiças Holandês-Zebu. Costa (2010) em estudo com vacas mestiças holandês x zebu em lactação confinadas recebendo silagem de cana-de-açúcar e concentrado com níveis de 5, 10 e 15% de inclusão de caroço de algodão, também não encontrou diferença significativa para a digestibilidade aparente da MS.

As médias referentes à produção de leite (PL), produção de leite corrigida a 3,5% (PLC 3,5%), porcentagens de gordura, extrato seco desengordurado (ESD), extrato seco total (EST), gordura (kg/d), proteína e lactose em (kg/d); além da relação proteína: gordura, bem como os respectivos coeficientes de variação, equações de regressão em função da proporção de caroço de algodão nas dietas, são mostrados na (Tabela 4).

Verificou-se que a produção de leite, porcentagem de gordura, proteína, ESD, EST, proteína (kg/d) e a relação proteína: gordura não foram alteradas ($P > 0,05$) com a adição de caroço de algodão na dieta (Tabela 3). Os valores apresentados neste estudo para PL e a porcentagem de gordura não diferiram em função da inclusão do caroço de algodão, resultados semelhantes foram encontrados por Mello *et al.* (2006) e Costa *et al.* (2011).

A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, produção de gordura (kg/d), lactose (kg/d) diminuiu ($P < 0,05$) à medida que os níveis de CA foram aumentando na dieta das vacas (Tabela 3). Isso ocorreu devido o menor valor biológico da proteína do caroço de algodão, que não foi capaz de fornecer os aminoácidos limitantes à produção.

Tabela 2. Consumo de nutrientes por vacas lactantes ingerindo dietas com diferentes níveis de caroço de algodão (CA).

Variável	Tratamentos					Regressão	
	0	6	11	17	CV%	Modelo	R ²
CMS (kg/dia)	15,22	15,21	13,76	14,01	9,17	y=ns	-
CNDT (kg/dia)	10,68	10,79	9,66	10,33	9,19	y=ns	-
CFDN (kg/dia)	5,06	5,28	4,54	4,74	9,11	y=ns	-
CEE (kg/dia)	0,49	0,61	0,72	0,77	10,67	0,5017+0,0159x	0,97
CPB (kg/dia)	1,67	1,81	1,51	1,63	9,08	y=ns	-
CCNF (kg/dia)	7,21	6,35	6,29	6,13	9,17	y=ns	-
CCT (kg/dia)	12,27	11,64	10,83	10,87	9,14	y=ns	-

CMS: Consumo de matéria seca, CNTD: Consumo de nutrientes digestíveis totais, CFDN: Consumo de Fibra em Detergente Neutro, CEE: Consumo de Extrato Etéreo, CPB: Consumo de proteína bruta; CCNF: Consumo de carboidrato não-fibroso; CCT: Consumo de carboidrato total, CV: coeficiente de variação, ns: não significativo, R²: Coeficiente de determinação.

Tabela 3. Produção e composição do leite de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de caroço de algodão na MS.

Variável	Tratamentos				CV%	Regressão	
	0	6	11	17		Modelo	R ²
PL (kg/dia)	17,13	15,88	14,44	13,5	10,21	y=ns	-
PLC 3,5% (kg/dia)	17,11	15,70	14,73	14,17	6,07	y=16,8917-0,1628x	0,96
Gordura (%)	3,51	3,42	3,64	3,80	10,21	y=ns	-
Proteína (%)	2,98	2,91	2,85	2,94	3,42	y=ns	-
Lactose (%)	4,68	4,62	4,51	4,52	1,59	y=0,684-0,01825x+0,000486x ²	0,92
ESD (%)	8,65	8,58	8,40	8,52	1,58	y=ns	-
EST (%)	12,17	12,0	12,05	12,33	3,57	y=ns	-
Gordura (kg/dia)	0,60	0,54	0,52	0,51	5,36	y=0,5845-0,00452x	0,86
Proteína (kg/dia)	0,11	0,10	0,10	0,11	11,64	y=ns	-
Lactose (kg/dia)	0,80	0,72	0,67	0,64	6,92	y=0,8013-0,015x+0,0003x ²	0,99
Proteína:Gordura	0,85	0,86	0,79	0,77	9,98	y=ns	-

PL: Produção de leite, PLC 3,5%; Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, ESD: Estrato seco desengordurado, EST: Estrato seco total, CV: coeficiente de variação, R²: Coeficiente de determinação, ns: não significativo.

Tabela 4. Eficiência alimentar, concentração energética do leite e energia da lactação de vacas lactantes alimentadas com diferentes teores de caroço de algodão na dieta.

Variável	Tratamentos				CV%	Regressão	
	0	6	11	17		Modelo	R ²
Eficiência Alimentar (EA)	1,13	1,04	1,05	0,96	10,27	y=ns	-
EA corrigida	1,12	1,03	1,07	1,01	6,24	y=ns	-
Conc. de energia (Mcal/kg)	0,67	0,66	0,67	0,69	5,43	y=ns	-
Energia da lactação (Mcal/dia)	11,49	10,47	9,68	9,35	6,51	y=11,3285-0,12x	0,95

EA = PL/CMS; EA corrigida= PLC/CMS. R²: Coeficiente de determinação, CV: coeficiente de variação, R²: Coeficiente de determinação, ns: não significativo. Sendo PL: e CMS:

Martinez (2008) avaliando o desempenho produtivo, o comportamento ingestivo e o metabolismo ruminal de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais durante a estação das chuvas e manejadas em sistema de rotação, substituindo-se diferentes proporções do milho por caroço de algodão (7,0; 14,0; e 21,0%) no concentrado oferecido aos animais, relatou que

ocorreram menores produções de leite, gordura, proteína, lactose e de sólidos totais, bem como menores teores de lactose no leite com a inclusão crescente do CA.

A produção de gordura (kg/d) diminuiu linearmente (P<0,05), Tabela 3. Possivelmente com a adição de CA ocorreu uma menor produção ruminal de microrganismos

acarretando assim em inibição da síntese de gordura. Essa inibição se dá principalmente em razão do maior conteúdo de lipídeos insaturados presente no caroço de algodão e, ainda, devido aos efeitos ruminais e pós-ruminais desses ácidos graxos. O efeito ruminal dos lipídios que acarretam diminuição dos teores de gordura do leite geralmente está associado ao 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 (Costa *et al.*, 2011).

Com o crescente teor lipídico nas dietas, provavelmente ocorreu a formação de isômero *trans*-10 C_{18:1} e seu ácido linoléico conjugado (CLA) correlato, durante a biohidrogenação dos ácidos graxos no rúmen (Eifert *et al.*, 2006; Machado, 2014). Uma vez que, a gordura presente no CA é altamente insaturada e, ainda, devido aos efeitos ruminais e pós-ruminais desse ácido graxo (Costa *et al.*, 2011), há maior probabilidade de formação deste isômero por biohidrogenação incompleta, o CLA *trans*-10, *cis*-12 o que promove inibição da síntese de novo de ácidos graxos de cadeia curta reduzindo a síntese de gordura no leite (Machado, 2014).

A redução na síntese de proteína microbiana pode ter limitado o fluxo de proteína metabolizável para o intestino das vacas e assim afetado negativamente a produção de leite. A possível redução no consumo de MS pode ter afetado o consumo de energia, pode ter causado o efeito negativo na produção e composição do leite. A redução na síntese microbiana ruminal, a baixa degradabilidade ruminal da proteína do caroço e sua qualidade inferior à proteína do farelo de soja, certamente resultaram em menor fluxo de proteína metabolizável para o intestino e pior qualidade desta proteína. Estes fatores têm efeito marcante na produção e composição do leite (NRC, 2001).

Houve efeito quadrático com tendência a diminuir ($P < 0,05$) no teor quanto à produção de lactose do leite, com a inclusão crescente de caroço de algodão (Tabela 3). A redução no teor de lactose do leite pode ocorrer em função da menor disponibilidade de compostos gliconeogênicos para o fígado sintetizar glicose.

Tais variações quanto à produção de lactose presente no leite não eram esperadas, pois a lactose é o nutriente mais estável do leite, portanto, é menos susceptível a alterações (Costa *et al.*, 2011). Em estudo Cunha Filho *et al.* (2007), encontraram uma média de 4,4% de lactose em leite bovino. Valores semelhantes foram obtidos neste experimento respectivamente, 4,62; 4,51 e 4,52% para os níveis de inclusão do caroço de algodão 6, 11 e 17%.

Melo *et al.* (2006) e outros autores encontraram que reduções no teor de lactose do leite são frequentemente observadas em animais subnutridos e somente dessa forma ocorreriam alterações. Contudo, neste estudo o comportamento para o teor de lactose é semelhante ao relatado por Pires *et al.* (2010) e Costa *et al.* (2011) que obtiveram uma variação quadrática com ponto de máxima no teor de lactose do leite em vacas lactantes bem nutridas.

Com relação à eficiência alimentar (EA), EA corrigida e concentração de energia (Mcal/kg) (Tabela 4), não foi verificado estatisticamente influência da inclusão do caroço de algodão na dieta. Melo *et al.* (2006) também, relata em seu estudo que, a eficiência alimentar não foi influenciada com a inclusão do caroço de algodão na dieta.

Já a energia da lactação diminuiu linearmente ($P < 0,05$). Fato esse devido à menor PL (kg/), apesar da produção de leite não ter sido significativamente diminuída, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, produção de gordura (kg/d), lactose (kg/d) terem diminuído (Tabela 4).

CONCLUSÃO

A inclusão de caroço de algodão na dieta de vacas leiteiras mantidas confinadas na região de Ceres-GO/Brasil, em clima tropical não alterou o CMS ($P > 0,05$), porém reduziu a produção de leite corrigida 3,5% (kg/dia); e o teor e produção de lactose. No entanto o leite produzido nas condições desse experimento atende a legislação vigente. O caroço de algodão pode ser oferecido aos animais com até 15 kg/leite/dia sem comprometer o CMS. Entretanto, a administração de CA a níveis superiores a 11% demonstrou efeito negativo sobre a produção e composição do leite.

LITERATURA CITADA

- AFRC -Agricultural and Food Research. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: CAB International, 176 p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis. 15. ed. Washington.
- Araújo, E. P. 2012. Substituição do milho triturado pelo germen integral de milho em dietas de vacas leiteiras mestiças. Dissertação. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. 54 p.
- Borba, L. R. O., Stumpf, W. J., Fischer, V. 2006. Níveis crescentes de gordura na dieta de vacas leiteiras de alta produção. Revista Brasileira de Agrociência, 12 (1):87-92.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. 2012. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Brasília. 10ª ed.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. 2015. Conjuntura mensal. Brasília.
- Costa, D. A. da. 2010. Degradabilidade ruminal e parâmetros da fermentação em dietas contendo silagem de cana-de-açúcar e caroço de algodão. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, Brasil. 53 p.
- Costa, D. A. da., J. C. Carneiro, F. C. F. Lopes, M. A. S. Gama, E. O. S. Saliba, G. M. N. Rebouças. 2011. Produção e composição do leite de vacas submetidas à dieta contendo diferentes níveis de caroço de algodão. Semina: Ciênc. Agrár. Londrina - PR, v. 32, suplemento 1, p. 2001-2010.
- Cunha Filho, L. F. C., S. B. Chiacchio, R. C. Gonçalves, P. E. Pardo, L. Gaste, W. Okano, A. J. Crocci. 2007. Avaliação da produção de leite e contagem de células somáticas em bovinos leiteiros suplementados com *Saccharomyces cerevisiae* com fonte de zinco orgânico. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 28(4):685-694.
- Duarte, L. M. D., W. Stumpf Jr, V. Fischer, L. E. Salla. 2005. Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey sobre o consumo, produção e composição do leite. Revista Brasileira de Zootecnia, 34(6):2020-2028.
- Eifert, E. C., R. P. Lana, D. P. D. L. Lanna, P. B. Arcuri, M. I. L. Leão, S. C. Valadares Filho, W. M. Leopoldino, J. H. S. S. Silva. 2005. Efeito do Fornecimento de Monensina e Óleo de Soja na Dieta sobre o Desempenho de Vacas Leiteiras na Fase Inicial da Lactação. Revista Brasileira de Zootecnia, 34(6): 2123-2132.
- Eifert, E. C., R. P. Lana, D. P. D. L. Lanna, W. M. Leopoldino, M. V. M. Oliveira, P. B. Arcuri, J. M. S. Campos, M. I. L. Leão, S. C. Valadares Filho. 2006. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. Revista Brasileira de Zootecnia, 35(1):211-218.
- Fagundes, M. H. 2015. Leite e derivados: Conjuntura mensal, Brasília, março, 2015. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_10_08_33_53_leite_marco_2015.pdf> [Jun. 15, 2015].
- Gaines, W. L. 1928. The energy basis of measuring milk yield in dairy cows. Illinois Agricultural Experiment Station Bulletin 308, 40 p.
- Machado, A. S. 2014. Suplementação de vacas lactantes com germen integral de milho. 118 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia.
- Manella, M. Q., and Bion, C. 2000. Alimentos alternativos: caroço de algodão. Beef point. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/nutricao/alimentos-alternativos-caroco-de-algodao-4805/>
- Martinez, J. C. 2008. Avaliação de coprodutos na alimentação de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais durante a estação chuvosa e alimentadas no cocho durante a estação de seca. 351 p.: il. Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

- Melo, A. A. S. de, M. A. Ferreira, A. S. C. Vêras, M. A. Lira, L. E. Lima, R. A. S. Pessoa, S. V. Bispo, A. M. D. Cabral, M. Azevedo. 2006. Desempenho leiteiro de vacas alimentadas com caroço de algodão em dieta à base de palma forrageira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(7):1165-1171.
- Miller, W. F., Shirley, J. E. Shirley, E. C. Titgemeyer, M. J. Brouk. 2009. Comparison of full-fat corn germ, whole cottonseed, and tallow as fat sources for lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92(7):3386-3391.
- NRC - National Research Council – 2001. Nutrients requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, D. C. National Academy Press, 408 p.
- Pina, D. S., S. C. Valadares Filho, R. F. D. Valadares. 2006. 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*, Viçosa, 35(4):1543-1551.
- Pires, A. V., I. Susin, J. M. C. Simas, R. C. Oliveira Júnior, J. J. R. Fernandes, R. C. Araujo, C. Q. Mendes. 2010. Substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar e caroço de algodão sobre o desempenho de vacas holandesas em lactação. *Ciência Animal Brasileira*, 11(2):251-257.
- Teixeira, J. C., E. A. Silva, R. A. N. Braga, I. R. Moron. 2002. Cinética da digestão ruminal do caroço de algodão e do grão de milho em diferentes formas físicas em vacas holandesas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 26(4):842-845.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, B. A. Lewis. 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:3583-3597.