

Caroço de algodão em dietas sem volumoso para cordeiros confinados

Whole cottonseed in diets without roughage for feedlot lambs

João Rufino Junior^{1*}; Daniel Marino Guedes de Carvalho²; Jocely Gomes de Souza³;
Luciano da Silva Cabral⁴; Janaina Januário da Silva⁵; Marinaldo Divino Ribeiro⁴;
Thiago Luiz Queiroz Arnoldo⁶; André Soares de Oliveira⁴;
Juliane Quenoizoré Soares⁷

Resumo

Objetivou-se avaliar o desempenho, consumo, comportamento ingestivo, os custos de produção e os parâmetros nutricionais de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes teores de caroço de algodão - zero, 10, 20, 30 e 40%. Foram realizados dois experimentos, em que no primeiro foi usado um Delineamento Inteiramente Casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições. Os animais foram mantidos em baias coletivas. O experimento teve duração de 70 dias, sendo os animais pesados no início e final do experimento. No segundo experimento, foram usados cinco animais por meio de quadrado latino 5x5, divididos em cinco períodos de 14 dias, totalizando 70 dias experimentais. Os consumos MS, MO, PB, EE, FDN e CNF foram influenciados de forma quadrática ($P < 0,01$) pelos níveis de caroço de algodão na dieta. Os níveis de caroço de algodão tiveram efeito quadrático ($< 0,01$) apenas sobre a digestibilidade do EE, não sendo observado efeito sobre os demais nutrientes ($P > 0,05$). Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) dos níveis de caroço de algodão nas dietas sobre o ganho médio diário, sendo obtido valor médio de 200,8 g/animal/dia, bem como sobre o comportamento ingestivo dos animais ($P > 0,05$). Foram encontradas margens brutas de R\$ 0,18 e 0,19 por animal/dia, respectivamente para os níveis 10 e 20% de caroço de algodão. Recomenda-se a inclusão de até 20% de caroço de algodão na ração de cordeiros confinados sem o fornecimento de volumoso.

Palavras-chave: Comportamento ingestivo, custo de produção, desempenho, digestibilidade, ovinocultura

Abstract

The objective of this work was to evaluate the performance, intake, feeding behavior, costs of production and nutritional parameters of sheep fed diets containing different levels of whole cottonseed (WC): zero, 10, 20, 30 and 40%. Two experiments have been carried out, in which in the first trial we have used a completely randomized design with five treatments and six replicates each, which lasted 70 days. The

¹ Zootecnista, M.e em Zootecnia pela UFGD, Discente do Curso de Doutorado em Agricultura Tropical pela Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, Cuiabá, MT. E-mail: rufino@zootecnista.com.br

² Zootecnista, Prof. Dr., UFMT, Barra do Garça, MT. E-mail: denielguedes14@yahoo.com.br

³ Zootecnista, M.e em Ciência Animal, UFMT, Discente do Curso de Doutorado em Zootecnia, UFBA, Salvador, BA. E-mail: nykita_borgat@hotmail.com

⁴ Zootecnistas, Profs. Drs., UFMT, Cuiabá, MT. E-mail: cabrals@ufmt.br; malldorr@gmail.com; andreoli@ufmt.br

⁵ Zootecnista, Prof^ª Dr^ª, Dept^o de Ciências Básicas e Produção Animal, UFMT, Cuiabá, MT. E-mail: janajanu@yahoo.com

⁶ Eng^o Agr^o, Me. em Ciência Animal, UFMT, Cuiabá, MT. E-mail: thiagoarnoldo@hotmail.com

⁷ Médica Veterinária, Discente do Curso de Mestrado em Ciência Animal, UFMT, Cuiabá, MT. E-mail: juliane_qs@hotmail.com.br

* Autor para correspondência

animals were kept in collective stalls and all of them have been weighed at the beginning and end of the experiment. The second experiment was a 5x5 Latin square design with five treatments and five animals divided in five periods of 14 days, totaling 70 days of experimentation. The intakes of the DM, OM, EE, NDF and NFC have been not affected by WC levels ($P>0.01$). The WC levels had quadratic affect only on EE digestibility ($P<0.01$) and there were no observed effects on digestibility for other nutrients ($P>0.05$). There were no effects ($P>0.05$) of whole cottonseed on average daily gain with average of 200.8g/animal/day, as well as there was no effect of the WC levels on intake behavior. A gross margins of R\$ 0.18 to 0.19 per animal / day was observed for WC levels of 10 to 20%. Thus, it was concluded that whole cottonseed can be included in lambs diets up 20% of dry matter basis in which roughage has been not used.

Key words: Cost of production, digestibility, feeding behavior, performance, sheep

Introdução

Os ruminantes são animais que digerem eficientemente a porção fibrosa da dieta, a qual, além de representar a principal fonte de energia para os ruminantes, são essenciais para a saúde do rúmen, uma vez que são responsáveis pelos estímulos envolvidos no processo de ruminação e produção de saliva, eventos esses fundamentais no tamponamento do rúmen (MACEDO JUNIOR et al., 2006; VALINOTE et al., 2006)

O desempenho produtivo dos ruminantes está relacionado principalmente ao consumo de nutrientes, que por sua vez, depende do consumo de matéria seca (MS) e de sua disponibilidade nutricional, especialmente de energia e proteína. As sementes das oleaginosas são as fontes de lipídios mais usadas na dieta de ruminantes, por proporcionarem alta densidade energética em substituição aos carboidratos rapidamente fermentáveis (CAMPOS et al., 2007), favorecendo a fermentação ruminal e digestão da fibra, entretanto, não devem ser usadas em excesso (manter porcentagem de EE máxima de 6%), devido ao seu elevado teor de óleo (TEIXEIRA; BORGES, 2005; OLIVEIRA et al., 2009; PIRES et al., 2010).

Segundo Oliveira et al. (2007), dietas com elevado teor de óleo (acima de 6% na MS), podem apresentar reduzida digestibilidade e consumo, e com isso, afetar negativamente o desempenho animal. Os possíveis mecanismos que provocam tal efeito podem estar associados aos ácidos

graxos insaturados e sua ação tóxica sobre os microrganismos gram-positivos do rúmen, como as bactérias fibrolíticas ou ao efeito físico dos lipídeos sobre as partículas de alimentos, impedindo ou dificultando a aderência microbiana (VAN SOEST, 1994).

Na literatura, os trabalhos em que foram testados níveis de inclusão de caroço nas rações sempre se trabalham com dietas baseadas em forragem (fenos ou silagens), não tendo sido testada até o momento a inclusão de caroço de algodão em rações compostas apenas por alimentos concentrados, conforme tem sido tendência de uso no confinamento de cordeiros no Brasil, por apresentar elevada praticidade, pois não necessita de forragens armazenadas e reduz o custo e trabalho decorrentes do seu manuseio diário. Desta forma, objetivou-se avaliar o desempenho, custo de produção, comportamento ingestivo, consumo de matéria seca e de nutrientes e digestibilidade em ovinos recebendo níveis crescentes de caroço de algodão *in natura* com línfer na ração sem inclusão de volumoso.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados nas dependências do Hospital Veterinário da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Cuiabá (UNIC), localizada no município de Cuiabá-MT. Foram realizados dois experimentos, um para avaliação de características nutricionais (consumo e digestibilidade) e o outro

para avaliação de aspectos do desempenho produtivo dos animais e avaliação econômica. Optou-se por fazer dois experimentos (digestibilidade e desempenho), objetivando reduzir os possíveis efeitos negativos associados as coletas de amostras fecais e demais avaliações sobre o ganho de peso dos animais de desempenho.

Em ambos os experimentos foram avaliadas cinco dietas experimentais contendo caroço de

algodão *in natura* nas proporções de zero, 10, 20, 30 e 40% na matéria natural da ração total dos animais sem o uso de volumoso. Além do caroço de algodão, as rações foram compostas por casca do grão de soja peletizada, mistura mineral, ureia e sulfato de amônia (9:1) e farelo de soja, as quais foram formuladas para permitir ganho médio diário de peso de 200 g para animais deslançados, de acordo com Cabral et al. (2008) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais com base na matéria natural.

Ingredientes	Teores de caroço de algodão nas rações				
	0%	10%	20%	30%	40%
Caroço de algodão	-	10,00	20,00	30,00	40,00
Casca de soja peletizada	90,5	83,5	75,25	65,65	56,10
Farelo de soja	4,50	1,50	-	-	-
Ureia + S. amônia (9:1)	2,00	2,00	1,75	1,35	0,90
Mistura mineral ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

¹Mistura mineral comercial para ovinos - níveis de garantia por kg de produto: 155g de cálcio; 65g de fósforo; 115g de sódio; 6g de magnésio; 175mg de cobalto; 100mg de cobre; 175mg de iodo, 1400mg de manganês; 42mg de níquel; 27mg de selênio; 6000mg de zinco; flúor (máx 650mg).

Fonte: Elaboração dos autores.

Antes do experimento todos os animais foram casqueados, submetidos ao controle de endoparasitos com uso de moxidectina à 0,2%, ministrada em via oral (1 mL para cada 10 kg de peso vivo) e controle de ectoparasitos com o uso de produto a base de piretroides na dosagem indicada pelo laboratório fabricante.

No ensaio de digestibilidade (primeiro experimento) foi usado delineamento em quadrado latino 5x5, com cinco animais e cinco tratamentos, de maneira que todos os animais passaram por todos os tratamentos, totalizando 70 dias experimentais, divididos em cinco períodos de 14 dias. Os sete primeiros dias de cada período experimental foram destinados a adaptação dos animais as rações, sendo o restante dos dias reservados as coletas.

A área e local destinados aos animais foram constituídas por cinco baias individuais de 0,5

m² cada, providas de bebedouros e comedouros individuais, que foram alocadas em uma baia maior (6x6 metros) de alvenaria com cobertura de telhas de barro e laje. No experimento foram utilizados cinco borregos meio sangue Santa Inês x SRD, castrados, com aproximadamente seis meses de idade e peso corporal inicial médio de 35 kg.

A ração foi ofertada uma vez ao dia, às 08h00. Para determinação do consumo diário de alimento as sobras de ração foram coletadas e pesadas no dia seguinte ao fornecimento, cujas avaliações eram feitas diariamente ao longo do experimento. A quantidade de ração a ser fornecida em cada refeição foi ajustada com base no consumo de alimentos no dia anterior de modo a proporcionar sobras diárias de 10%. Os consumos de matéria seca total e de nutrientes foram determinados pela diferença entre as quantidades fornecidas e a de sobras.

As coletas de amostras fecais para estimativa da excreção fecal via fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foram realizadas no 12º, 13º e 14º dias de cada período experimental sempre as 07h00 e 17h00, com a retirada das fezes diretamente do reto dos animais.

Também no 12º, 13º e 14º dias de cada período experimental sempre as 07h00 foram coletadas amostras de rações fornecidas e das sobras. As amostras foram analisadas no laboratório de bromatologia da Universidade de Cuiabá, para as seguintes variáveis: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), realizadas de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002).

A estimativa da excreção fecal foi calculada utilizando a equação: $EF_{(kg\ MS/dia)} = (FDNi_{CONSUMIDA} / FDNi_{FECAL})$. A digestibilidade aparente dos nutrientes (DAN) foi estimada pela equação: $DAN(\%) = [MS_{ingerida} * \%nutriente] - (MS_{excretada} * \%nutriente) / (MS_{ingerida} * \%nutriente) * 100$ e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado pela equação: $NDT (g/dia) = \{(PB_{ingerida} - PB_{fezes}) + (CT_{ingerido} - CT_{fezes}) + [2,25 * (EE_{ingerido} - EE_{fezes})]\}$.

No ensaio de desempenho (segundo experimento) foram utilizados 30 cordeiros mestiços Santa Inês, com idade média de três meses e peso vivo inicial de 20,6 kg distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos. O ensaio teve duração de 63 dias, precedido de sete dias para adaptação dos animais às dietas. No início do experimento os ovinos foram pesados para distribuição homogênea dos lotes nos respectivos tratamentos. As pesagens foram feitas a cada 21 dias para ajuste das dietas e controle do ganho de peso.

Os cordeiros foram mantidos em baias coletivas com dimensões de 6 por 6 metros (36,0 m²) cada, com divisórias em alvenaria e piso de concreto.

As baias foram limpas, desinfetadas e preparadas antes do início do experimento com cama de areia lavada, trocada a cada 15 dias. Cada baia coletiva era provida de bebedouro automático e comedouro de 2,80 metros de comprimento que permitia o acesso simultâneo e coletivo dos animais de cada tratamento a ração fornecida.

Os animais foram pesados no início e final do experimento após jejum de sólidos de 18 horas, para assim, avaliar o ganho médio diário de peso (GMD), que foi obtido pela diferença entre o peso inicial e final dividido pela quantidade de dias experimentais.

As amostras das rações e sobras foram analisadas no laboratório de Bromatologia da Universidade de Cuiabá, para as seguintes variáveis: matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), cinzas (CZ), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), extrato etéreo (EE) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002) (Tabela 2).

Os carboidratos totais (CT) foram obtidos pela equação: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ)$. Os carboidratos não fibrosos (CNF) das rações foram obtidos pela equação proposta por Hall (2000): $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB_{ureia} + \%ureia) + \%FDN + \%EE + \%CZ]$.

As concentrações de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foram determinadas por intermédio da digestibilidade *in situ*, obtida após incubação por 240 horas, segundo o método descrito por Casali et al. (2008). O teor de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd) foi determinado pela equação: $FDNpd = FDN - FDNi$.

O custo/animal/dia foi obtido multiplicando-se o consumo de ração pelo custo por quilograma de produto. A receita por quilograma de produto foi obtida multiplicando-se o GMD pelo valor

praticado no mercado local por quilograma de peso vivo do borrego. A margem bruta foi obtida por diferença entre a receita e o custo de produção por unidade de produto. Os valores dos ingredientes foram obtidos por meio de cotação de preços em três estabelecimentos comerciais locais (Tabela 3).

Tabela 2. Composição bromatológica dos ingredientes e rações usados com base na matéria seca.

Itens	Ingredientes			Teores de caroço de algodão nas rações				
	FS	CS	CA	0%	10%	20%	30%	40%
MS (%)	90,54	91,38	96,00	91,56	92,61	93,84	94,52	95,58
MO ¹	-	-	-	93,72	93,75	94,41	94,9	94,76
PB ¹	52,29	11,14	22,87	19,08	18,48	20,41	18,89	19,23
EE ¹	1,54	1,33	14,73	0,5	2,66	4,89	6,4	7,65
FDN ¹	17,55	74,94	52,38	74,01	73,36	69,02	69,03	65,48
FDNcp ¹	-	-	-	73,35	72,19	68,61	68,35	63,66
FDNi ¹	1,73	7,84	24,26	4,78	5,73	7,83	13,59	14,95
FDNpd	15,82	67,1	28,12	69,23	67,63	61,19	55,44	50,53
NIDN ²	0,34	2,58	4,4	8,68	8,08	8,66	10,34	14,01
CT ¹	-	-	-	74,14	72,61	69,11	69,61	67,88
CNF ¹	-	-	-	3,45	2,57	2,995	2,821	3,894
CZ ¹	-	-	-	6,28	6,25	5,59	5,1	5,24
NDT (%)				58,55	59,79	61,19	63,94	61,23

Farelo de soja (FS), casca de soja peletizada (CA), caroço de algodão (CA).¹% da matéria seca; ²% do nitrogênio total; Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro potencialmente degradável (FDNpd), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), cinzas (CZ), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 3. Custo dos ingredientes usados nas rações experimentais.

Ingredientes ¹	R\$/ton	R\$/kg
Caroço de algodão	400,00	0,40
Casca de soja peletizada	300,00	0,30
Farelo de soja	800,00	0,80
Ureia + Sulfato de amônia (9:1)	1.800,00	1,80
Mistura mineral	1.200,00	1,20

¹Valores praticados no mercado local.

Fonte: Elaboração dos autores.

No 21º dia de cada período experimental foram feitas avaliações do comportamento diurno dos animais por meio de observação visual das atividades praticadas pelos mesmos, sendo estas divididas em: tempo de consumo de ração, tempo de consumo de água, tempo de ócio e tempo de ruminação. As

avaliações do comportamento dos animais foram realizadas a cada 10 minutos no período das 06h00 às 18h00, totalizando 12 horas de avaliação.

Os dados de consumo, digestibilidade e ganho de peso foram analisados por meio do software

UFV-SAEG (2007), sendo o ensaio de consumo e digestibilidade analisado segundo um delineamento em quadrado latino 5 x 5, considerando efeito de tratamento, período e animal, enquanto o experimento de desempenho um delineamento inteiramente casualizado conforme modelo estatístico:

$$y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

onde: μ = constante geral; t_i = efeito da dieta i , sendo $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 ; e_{ij} = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID ($0, \mu^2$). Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste SNK e quando verificado efeito de tratamento, foi realizada análise de regressão, sendo a escolha do modelo realizada considerando os valores de P ($0,05$) e R^2 . De acordo com os graus de liberdade, foram testados apenas os modelos linear, quadrático e cúbico.

Resultados e Discussão

A inclusão do caroço de algodão nas dietas implicou na retirada da casca de soja das rações, fazendo com que a quantidade de fibra em detergente neutro (FDN) fosse reduzida (Tabela 2). Na maioria dos experimentos com inclusão de níveis de caroço de algodão a dieta, a concentração de FDN destas aumenta, geralmente em função da substituição de parte do farelo de soja e milho pelo caroço de algodão (LUGINBUHL; POORE; CONRAD, 2000; CUNHA et al., 2008a, 2008b), onde a porcentagem de forragem é mantida constante. No entanto, quando os níveis de inclusão do caroço de algodão são feitos com base na substituição dos ingredientes fibrosos das rações, quer sejam estes volumosos ou não, a quantidade de FDN diminui em resposta a substituição de um ingrediente com alto teor de FDN como os fenos, silagens ou mesmo a casca de soja pelo caroço de algodão que tem menores quantidades de FDN (MELO et al., 2006).

A concentração de extrato etéreo (EE) nas rações experimentais aumentou com o aumento dos níveis de caroço de algodão, variando de 0,50 a 7,65% na matéria seca da ração (Tabela 2). Esse aumento na concentração de EE acontece em função da alta quantidade desse nutriente no caroço de algodão (14,73%), incluído nas dietas em substituição a casca de soja, alimento que possui quantidades pequenas de EE (1,33%) (Tabela 2), o que favorece para o aumento da densidade energética das dietas. O aumento do EE com a inclusão de caroço de algodão também foi observado por Luginbuhl, Poore e Conrad (2000), Melo et al. (2006) e Sousa et al. (2009).

Efeitos quadráticos dos níveis de caroço de algodão ($P < 0,01$) foram verificados para os consumos de matéria seca total (CMS), consumo de matéria orgânica (CMO) e consumo de proteína bruta (CPB) quando expressos em kg/animal/dia e para consumo de matéria seca total (CMSPC) e fibra em detergente neutro (CFDNPC) em % do peso corporal (Tabela 4). O consumo de matéria seca (CMS) e de proteína bruta (CPB) em kg/animal/dia mantiveram comportamentos semelhantes, com máximos consumos estimados para os níveis de inclusão de caroço de algodão de 21,55% e 25,25% da ração. É natural que o consumo de proteína bruta tenha comportamento semelhante ao consumo de matéria seca total, uma vez que as rações foram isoproteicas, pois o consumo de proteína bruta é função do consumo de matéria seca total.

A proximidade dos pontos de máximo consumo para as variáveis supracitadas demonstra que os animais consumiram de maneira homogênea as rações, não selecionando o caroço de algodão em detrimento a casca de soja. Da mesma forma, o CMO, comportou-se de forma semelhante ao de CMS, devido a estimativa do CMO ser em função do CMS, com seu consumo máximo no nível de inclusão de 21,89% CA.

Tabela 4. Efeito do caroço de algodão sobre o consumo diário de componentes de dietas isentas de forragens para ovinos.

Item	Teores de caroço de algodão nas rações experimentais					Efeito (Valor-P)		CV ¹ (%)
	0	10	20	30	40	Linear	Quadrático	
Consumo (kg/animal/dia)								
CMS	1,52	1,70	1,71	1,67	1,55	0,889	0,008 ²	7,35
CMO	1,43	1,59	1,6	1,58	1,46	0,824	0,005 ³	6,71
CPB	0,28	0,33	0,33	0,33	0,32	0,055	0,006 ⁴	7,21
CEE	0,02	0,05	0,08	0,11	0,10	<0,001	0,001 ⁵	18,12
CFDN	1,08	1,16	1,14	1,09	0,99	0,04	0,008 ⁶	7,03
CCNF	0,13	0,13	0,11	0,09	0,09	0,007	0,002 ⁷	12,46
Consumo (% peso corporal)								
MS	3,54	3,94	3,87	3,83	3,63	0,864	0,018 ⁸	6,76
FDN	2,5	2,67	2,59	2,51	2,3	0,03	0,018 ⁹	6,55

¹ Coeficiente de variação; ² $\hat{y} = 1,5353 + 0,01767.CA - 0,00041.CA^2$; $R^2 = 0,19$; ³ $\hat{y} = 1,4396 + 0,0162.CA - 0,00037.CA^2$; $R^2 = 0,186$; ⁴ $\hat{y} = 0,2863 + 0,0041.CA - 0,00008.CA^2$; $R^2 = 0,259$; ⁵ $\hat{y} = 0,0185 + 0,0038.CA - 0,00004.CA^2$; $R^2 = 0,80$; ⁶ $\hat{y} = 1,0816 + 0,0089.CA - 0,0003.CA^2$; $R^2 = 0,275$; ⁷ $\hat{y} = 0,1293 + 0,0005.CA - 0,00001.CA^2$; $R^2 = 0,447$; ⁸ $\hat{y} = 3,5786 + 0,0326.CA - 0,0008.CA^2$; $R^2 = 0,065$; ⁹ $\hat{y} = 2,5174 + 0,0154.CA - 0,00049.CA^2$; $R^2 = 0,114$.

Fonte: Elaboração dos autores.

A diminuição do consumo de matéria seca total a partir do nível de inclusão de 21,55 pode estar ligada a fatores metabólicos, como o teor energético da dieta ou mesmo as quantidades de extrato etéreo dietéticos. Estudos têm demonstrado que níveis de lipídeos (extrato etéreo - EE), na matéria seca, acima de 5 a 6% na dieta total de ruminantes podem interferir na fermentação ruminal, causando redução na digestibilidade e no consumo de matéria seca (PALMQUIST, 1994).

Comumente a diminuição do consumo de matéria seca em ruminantes é atribuída a quantidade de fibra na dieta, principalmente quando estas têm elevada concentração de FDN em dietas baseadas em volumoso. No entanto, foi constatado comportamento diferente, pois à medida que se incluiu o caroço de algodão na dieta (Tabela 2) a quantidade de FDN diminuiu linearmente e o CMS aumentou até o nível de inclusão de caroço de algodão de 21,55 e apenas a partir desse ponto decresceu.

Na tentativa de explicar o efeito dos níveis de caroço de algodão sobre o consumo de matéria seca

faz-se necessário recorrer a diferenças relativas na composição da FDN das rações experimentais utilizadas. À medida que caroço de algodão foi incluído na ração a quantidade de FDN diminuiu (Tabela 2), no entanto a quantidade de FDNi aumentou, fazendo com que a quantidade de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd) fosse reduzida, contribuindo para a diminuição dos carboidratos fermentescíveis no rúmen. Esse fenômeno conjunto de diminuição da FDNpd e aumento da quantidade de FDNi remete a uma diminuição na extensão da degradação ruminal da FDN e consequente menor taxa de passagem, com efeito deletério sobre o consumo de matéria seca dos animais, pois a FDNi desaparece do rúmen apenas pela passagem para os compartimentos inferiores, apresentando com isso, elevado efeito de repleção ruminal (VIEIRA; TEDESCHI; CANNAS, 2008a).

O consumo de alimentos pelos animais ruminantes é afetado pela dinâmica de desaparecimento e passagem da fibra em detergente neutro potencialmente degradável (FDNpd) e indigestível

(FDNi) no rúmen, pois as referidas frações exercem efeito de repleção ruminal. Mas, à medida que a FDNpd é degradada, a proporção da FDNi em relação a esta última vai aumentando. Dessa forma, a densidade da partícula também aumenta, levando esta partícula para extratos mais ventrais do rúmen, portanto mais próximos de zona de escape ruminal (VIEIRA; TEDESCHI; CANNAS, 2008a, 2008b). Dessa forma, quanto mais rápido for o processo de degradação ruminal da FDNpd (taxa de degradação), mais rápida será a saída do resíduo não digerido do rúmen (FDNi) (taxa de passagem do resíduo não digerido), liberando espaço para que o animal possa consumir mais alimento.

No entanto, vale lembrar que a FDNi dificulta a ação dos microrganismos ruminais que degradam a FDNpd. Dessa forma o aumento da quantidade de FDNi a partir da inclusão do caroço de algodão na ração em nível acima de 21,55% pode ter afetado a taxa e extensão de degradação da ração, produzindo queda do consumo de alimentos. Assim o uso de alimentos com maiores taxa e extensão de degradação ruminal da FDNpd, pode alterar o consumo por ovinos, o que parece ter ocorrido a partir da inclusão de caroço de algodão acima de 21,55% da ração.

Cunha et al. (2008a), testando a inclusão de níveis de caroço de algodão na dieta de ovinos com aproximadamente 55% de volumoso, não encontrou efeito do caroço de algodão sob consumo de matéria seca total, consumo de proteína bruta e matéria orgânica, sendo encontrados valores médios de 1,195 e 0,185 kg/dia, respectivamente.

O mesmo efeito quadrático ($P>0,01$) foi encontrado para o consumo de extrato etéreo (CEE), com o aumento de caroço de algodão decorrente da ampliação do teor de extrato etéreo nas dietas, associado à ampliação do CMS até 21,55% de caroço de algodão conforme descrito anteriormente.

Os resultados observados por Cunha et al. (2008a), Luginbuhl, Poore e Conrad (2000) e Lopes (2010) corroboraram este comportamento. Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de caroço de algodão sobre a digestibilidade aparente do extrato.

Houve efeito quadrático dos níveis de caroço de algodão sobre o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), no qual o consumo máximo (1,16kg/dia) foi estimado em 16,17% de inclusão de caroço de algodão na ração. A causa do aumento do CFDN até o nível de 16,17 é devido ao aumento do consumo de matéria seca, e diminuição no consumo de FDN a partir desse nível de inclusão é devido a menor quantidade de casca de soja nas dietas em função dos níveis de caroço de algodão.

A digestibilidade representa uma das principais variáveis a serem analisadas durante o processo de avaliação do valor nutritivo dos alimentos e dietas oferecidas aos ruminantes. Não houve efeito dos níveis de caroço de algodão ($P>0,05$) sobre as digestibilidades aparentes da matéria seca (DAMS), matéria orgânica (DAMO), fibra em detergente neutro (DAFDN), proteína bruta (DAPB), carboidratos não fibrosos (DACNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) (Tabela 5).

Luginbuhl, Poore e Conrad (2000) estudaram o efeito de níveis crescentes de caroço de algodão integral (0, 8, 16, 24) sobre o consumo, digestibilidade e desempenho de caprinos, substituindo gradualmente o milho e o farelo de soja e observou que os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e PB decresceram linearmente. A diferença de comportamento existente entre o estudo dos autores supracitados e o do presente estudo pode ser atribuída ao fato queneste estudo o caroço de algodão substituiu a casca de soja, ingrediente este rico em FDN e de menor valor nutritivo que o milho e o farelo de soja, substituídos pelos autores citados.

Tabela 5. Efeito do caroço de algodão sobre a digestibilidade e consumo diário de componentes digestíveis de dietas isentas de forragens para ovinos.

Item	Teores de caroço de algodão nas rações experimentais					Efeito (Valor-P)		CV ¹ (%)
	0	10	20	30	40	Linear	Quadrático	
Digestibilidade (%)								
DAMS	54,61	55,47	55,65	55,88	54,21	0,947	0,488	7,61
DAMO	56,01	56,12	56,62	57,26	55,05	0,896	0,532	7,44
DAPB	51,58	52,46	52,98	53,52	52,40	0,777	0,724	12,5
DAEE	59,37	79,00	82,01	85,80	86,11	<0,001	0,004 ²	8,06
DAFDN	57,63	56,39	56,67	55,56	53,25	0,089	0,576	6,55
DACNF	77,78	78,18	72,69	81,32	71,34	0,578	0,748	15,81
NDT %	58,55	59,79	61,19	63,94	61,23	-	-	-
Consumo (kg)								
CMSD	0,833	0,945	0,953	0,933	0,842	1	0,022 ³	11,38
CMOD	0,802	0,893	0,904	0,903	0,802	0,991	0,019 ⁴	10,64
CPBD	0,147	0,171	0,177	0,179	0,165	0,32	0,114	17,12
CEED	0,012	0,041	0,064	0,091	0,089	<0,001	0,005 ⁵	18,02
CFDND	0,621	0,653	0,648	0,607	0,525	0,014	0,016 ⁶	9,7
CCNFD	0,098	0,102	0,079	0,077	0,061	0,0017 ⁷	0,519	20,58
CNDT	0,893	1,019	1,047	1,068	0,952	0,269	0,006 ⁸	9,39

¹ Coeficiente de variação; ² $\hat{y} = 60,88 + 1,5859.CA - 0,0239.CA^2$, $r^2 = 0,667$; ³ $\hat{y} = 0,8343 + 0,0123.CA - 0,00029.CA^2$, $r^2 = 0,197$; ⁴ $\hat{y} = 0,7994 + 0,0111.CA - 0,0003.CA^2$, $r^2 = 0,192$; ⁵ $\hat{y} = 0,0101 + 0,0035.CA - 0,0004.CA^2$, $r^2 = 0,847$; ⁶ $\hat{y} = 0,6176 + 0,0053.CA - 0,00018.CA^2$, $r^2 = 0,299$; ⁷ $\hat{y} = 0,1040 - 0,0009.CA$, $r^2 = 0,372$; ⁸ $\hat{y} = 0,8890 + 0,0153.CA - 0,0003.CA^2$, $r^2 = 0,272$.

Fonte: Elaboração dos autores.

Rogério et al. (2004), trabalhando com níveis de inclusão de caroço de algodão na dieta variando de zero a 45% na dieta de ovinos, encontrou efeito negativo sobre a digestibilidade da FDN, sendo que para os tratamentos com 35 e 45% de inclusão de caroço de algodão integral apresentaram os menores valores, e estes mesmo apresentaram os maiores consumos de extrato etéreo, sugerindo efeito inibidor da gordura sobre a digestibilidade da fibra.

A digestibilidade do extrato etéreo (DAEE) foi afetada de forma quadrática ($P < 0,01$) pelos níveis de dos níveis de caroço de algodão, onde a máxima digestibilidade foi de 87,13% estimada no nível de inclusão de 33,09% de caroço de algodão. Arieli (1994) verificou que a inclusão do caroço de algodão (níveis acima de 25% do total da matéria seca) em dietas de ovinos não teve qualquer efeito sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da

energia bruta. Warren et al. (1998), trabalhando com ovinos, testaram níveis de 0; 25 e 50% de caroço de algodão na dieta e constataram que, em proporção de até 25%, a ingestão e as digestibilidades da MS e matéria orgânica (MO) não foram afetadas.

O consumo de matéria seca digestível (CMSD), consumo de matéria orgânica digestível (CMOD), consumo de fibra em detergente neutro digestível (CFDND) foram afetadas de forma quadrática pelos níveis de dos níveis de caroço de algodão na dieta ($P > 0,05$). O CMSD máximo foi estimado no nível de inclusão de 21,17% de caroço de algodão, o que pode ser atribuído a ser próximo ao nível em que o CMS passou a ser limitada.

Palmquist (1995) cita que os lipídeos podem inibir a digestibilidade da fibra pelo efeito inibitório destes sobre os microrganismos fibrolíticos, ou por formarem uma camada ao redor da partícula

impedindo a aderência do microrganismo ao substrato, fazendo com que o alimento passe pelo rúmen sem ser degradado.

O desempenho dos animais não foi afetado ($P>0,05$) pela inclusão do caroço de algodão nas rações (Tabela 6), apresentando média de 200,8 g/

animal/dia. O comportamento ingestivo também não foi afetado pelos níveis de do caroço de algodão ($P>0,05$), com valores médios de 72,98, 20,9, 5,48 e 0,64 % para o tempo despendido com ócio, consumindo ração, ruminando e bebendo água.

Tabela 6. Peso corporal inicial em jejum (PCIJ), peso corporal final em jejum (PCFJ), ganho de peso total (GPT) e ganho médio diário (GMD) de ovinos confinados.

Item	Teores de caroço de algodão nas rações experimentais					Efeito (Valor- <i>P</i>)		CV (%)
	0%	10%	20%	30%	40%	Linear	Quadrático	
PCIJ (kg)	20,63	20,17	20,73	20,90	20,93	-	-	-
PCFJ (kg)	34,78	36,48	36,20	35,61	33,95	-	-	13,63
GPT (kg)*	13,66	15,76	15,43	14,71	13,02	-	0,3027	33,21
GMD (kg)*	0,195	0,225	0,220	0,210	0,186	-	0,3027	33,21
CMS (kg/d)	1,42	1,50	1,45	1,43	1,32	-	-	-

*Não foi observada interação significativa entre os níveis de caroço de algodão e o desempenho dos animais.

Fonte: Elaboração dos autores.

A inclusão de caroço de algodão não interferiu no custo da tonelada de concentrado produzida, considerando que a inclusão na ração foi feita quase que totalmente pela substituição da casca de soja (menor custo unitário que o caroço de algodão) e do farelo de soja que esteve presente em pequenas proporções (Tabelas 3 e 7). Numericamente as maiores receitas geradas foram para os tratamentos 10 e 20% de caroço de algodão. A maior margem

bruta foi obtida para o nível de inclusão do caroço de algodão de 20%, sendo este resultado a expressão do equilíbrio entre os fatores: custo da ração, consumo, custo diário e receita.

Desta forma, a inclusão de caroço de algodão a dieta sem volumoso para ovinos confinados em substituição a casca de soja não teve efeito negativo sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes e, portanto sobre o desempenho dos animais.

Tabela 7. Indicadores econômicos de produção e custo.

Itens	Teores de caroço de algodão nas rações experimentais				
	0%	10%	20%	30%	40%
Custo por tonelada	379,50	374,50	373,25	377,25	380,50
Custo por kg	0,38	0,37	0,37	0,38	0,38
Valor recebido pelo borrego (R\$/kg) ¹	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Consumo de ração (kg/MN ²)	1,55	1,61	1,55	1,51	1,38
Custo por animal/dia	0,59	0,60	0,58	0,57	0,53
Ganho médio diário (GMD)	0,195	0,225	0,220	0,210	0,186
Receita por kg de produto	0,68	0,79	0,77	0,74	0,65
Margem Bruta (R\$ por dia)	0,09	0,18	0,19	0,16	0,13

¹Valor praticado no mercado local; ²materia natural.

Fonte: Elaboração dos autores.

Conclusões

O melhor desempenho econômico foi obtido com a inclusão de 20% de caroço de algodão na ração, pois permitiu maior margem bruta do que as demais dietas. Neste sentido recomenda-se a inclusão de até 20% de caroço de algodão na ração de cordeiros confinados sem o fornecimento de volumoso.

Referências

- ARIELI, A. Effect of whole cottonseed on partitioning of energy and nitrogen balance in sheep. *Animal Production*, Cambridge, v. 58, n. 1, p. 103-108, 1994.
- CABRAL, L. S.; NEVES, E. M. O.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ABREU, J. G.; RODRIGUES, R. C.; SOUZA, A. L.; OLIVEIRA, I. S. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal*, Salvador, v. 9, n. 3, p. 529-542, 2008.
- CAMPOS, W. E.; BORGES, A. L. C. C.; SATURNINO, H. M.; SILVA, R. R.; SALIBA, E. O. S.; RODRÍGUEZ, N. M.; SOUSA, B. M.; ROGÉRIO, M. C. P. Digestibilidade da proteína de alimentos utilizados na alimentação de ruminantes pelo método das três etapas. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal*, Salvador, v. 8, n. 4, p. 295-302, 2007.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G. de; PAULINO, M. F. 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*, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.
- CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M. F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1112-1120, 2008b.
- CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1103-1111, 2008a.
- HALL, M. B. *Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen*. Gainesville: University of Florida, 2000. p. A-25. (Bulletin, 339).
- LOPES, R. R. *Níveis de caroço de algodão na dieta de ovinos confinados sem uso de volumoso*. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade de Cuiabá, Cuiabá.
- LUGINBUHL, J. M.; POORE, M. H.; CONRAD, A. P. Effect of level of whole cottonseed on intake, digestibility, and performance of growing male goats fed hay-based diets. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 78, n. 6, p. 1677-1683, 2000.
- MACEDO JUNIOR, G. L.; PÉREZ, J. R. O.; ALMEIDA, T. R. V. PAULA, O. J.; FRANÇA, P. M.; ASSIS, R. M. Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo e digestibilidade aparente de ovelhas Santa Inês. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 3, p. 547-553, 2006.
- MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; LIRA, M. A.; LIMA, L. E.; PESSOA, R. A. S.; BISPO, S. V.; CABRAL, A. M. D.; AZEVEDO, A. 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.
- OLIVEIRA, M. D. S.; MOTA, D. A.; BARBOSA, J. C.; STEIN, M.; BORGONOVI, F. Composição Bromatológica e digestibilidade ruminal *in vitro* de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 8, n. 4, p. 629-638, 2007.
- OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; LADEIRA, M. M.; BARBOSA, M. A. A. F.; OLIVEIRA, R. L.; JAEGER, S. M. P. L. Fontes de lipídeos na dieta de búfalas lactantes: consumo, digestibilidade e N-uréico plasmático. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 553-559, 2009.
- PALMQUIST, D. L. Digestibility of cotton lint fiber and whole oilseeds by ruminal microorganisms. *Animal Feed Science and Technology*, Madrid, v. 56, n. 3, p. 231-242, 1995.
- _____. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 124, n. 11, p. 1377S-1382S, 1994.
- PIRES, A. V.; SUSIN, I.; SIMAS, J. M. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C.; RESENDE FERNANDES, J. J.; ARAUJO, R. C.; 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.
- ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; TEIXEIRA, D. A.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. Efeito do nível de caroço de algodão sobre a digestibilidade da

- fibra dietética do feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em ovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 55, n. 5, p. 665-670, 2004.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- SOUSA, D. P.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; SEDIYAMA, C. A. Z.; CÉSAR, J.; CRUZ, C. Parâmetros fermentativos, produção de proteína microbiana, concentrações de uréia no leite e no plasma e balanço de nitrogênio de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com caroço de algodão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 38, n. 10, p. 2063-2071, 2009.
- TEIXEIRA, D. B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço de algodão sobre o consumo e digestibilidade da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbes*) em ovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 229-233, 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.4. Viçosa, MG, 2007. 301p.
- VALINOTE, A. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LEME, P. R.; SILVA, S.; CUNHA, J. A. Fontes de lipídio e monensina sódica na fermentação, cinética e degradabilidade ruminal de bovinos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 1, p. 117-124, 2006.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2th ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VIEIRA, R. A. M.; TEDESCHI, L. O.; CANNAS, A. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 2. Integrating digestion and passage. *Journal of Theoretical Biology*, Michigan, v. 255, n. 4, p. 357-368, 2008b.
- _____. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 1. Estimating parameters of digestion. *Journal of Theoretical Biology*, Michigan, v. 255, n. 4, p. 345-356, 2008a.
- WARREN, H.; NEUTZE, S. A.; MORRISON, J. M.; NICHOLLS, P. J. The value of whole cottonseed in a wheat-based maintenance ration for sheep. *Australian Journal Experimental Agriculture*, Regensburg, v. 28, n. 1-2, p. 453-458, 1998.