

Consumo e digestibilidade de dietas contendo farelo de mamona destoxificado para ovinos em terminação¹

Intake and digestibility of diets containing castor bean meal detoxified to finish of sheep

SILVA, Daniel César da^{2*}; ALVES, Arnaud Azevêdo³; OLIVEIRA, Maria Elizabete de³; MOREIRA FILHO, Miguel Arcanjo²; RODRIGUES, Marcônio Martins²; VALE, George Emanuel Silva do⁴; NASCIMENTO, Hoston Tomás Santos do⁵

¹Pesquisa financiada pelo FUNDECI/BNB.

²Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Teresina, Piauí, Brasil.

³Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portella, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Teresina, Piauí, Brasil.

⁴Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Teresina, Piauí.

⁵Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Teresina, Piauí, Brasil.

*Endereço para correspondência: danielcezar.s@ig.com.br.

RESUMO

Avaliou-se a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado em dietas para ovinos em terminação. O consumo de extrato etéreo e fibra em detergente ácido foi linear positivo, com aumento de 0,015 e 0,090g/UTM por unidade percentual de inclusão de farelo de mamona destoxificado, respectivamente. O consumo máximo de hemicelulose ocorreu para dietas que continham 39,55% de farelo de mamona destoxificado. A digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos totais decresceu linearmente em 0,0536; 0,0507; 0,0705 e 0,0572%, respectivamente, por unidade percentual de acréscimo de farelo de mamona destoxificado. Os valores máximos para digestibilidade da fibra em detergente neutro e hemicelulose, 54,93 e 64,53%, ocorreram para dietas que continham 38,6 e 31,4% de farelo de mamona destoxificado, respectivamente. A inclusão de farelo de mamona destoxificado não influencia o consumo de matéria seca e nutrientes e possibilita atendimento às exigências nutricionais de ovinos em terminação. Entretanto, elevadas proporções, reduzem a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos totais, portanto, recomenda-se a inclusão de até 33% da dieta, por resultar em maior digestibilidade da fibra em detergente neutro e hemicelulose.

Apesar destes efeitos, o valor energético das dietas não é influenciado pela inclusão de farelo de mamona.

Palavras-chave: alimentos alternativos, co-produtos de agroindústrias, *Ricinus communis*, valor nutritivo

SUMMARY

The effect of including detoxified castor bean meal to substitute soy bean meal was evaluated to sheep finishing diets on intake, digestibility and energy value of the diets. A positive linear effect was verified for ether extract intake and acid detergent fiber with an intake raise of 0.015 g/BW^{0.75} in ether extract and 0.090 g/BW^{0.75} in acid detergent fiber per each unit percentage of detoxified castor bean meal added to the diet. There was maximum value in hemicellulose intake when included 39.55% of detoxified castor bean meal to the diet. Negative linear effect was verified for dry matter, organic matter, crude protein, total carbohydrates digestibility, respectively, with 0.0536, 0.0507, 0.0705 and 0.0572% decreases per unit percentage of detoxified castor bean meal added. Positive quadratic effect was verified for neutral detergent fiber and hemicellulose digestibility with 54.93 and 64.53% maximum in levels of the 38.6 and 31.4, respectively.

Detoxified castor bean meal inclusion does not influence dry matter and nutrients intake, attending these animal class nutritional requirements. Including detoxified castor bean meal decreases dry matter, organic matter, crude protein, total carbohydrates digestibility, being in this situation recommended the inclusion of to 33% in the diet by allowing high neutral detergent fiber and hemicellulose digestibility. Despite these effects, the energy value of the diets is not influenced by the inclusion of detoxified castor bean meal.

Keywords: agroindustrial co-products, alternative feeds, nutritional value, *Ricinus communis*

INTRODUÇÃO

Apesar da importância social e econômica, a ovinocultura na região Nordeste ocorre sob condições extensivas, com predominância de animais mal conformados para a produção de carne, o que resulta em instabilidade na oferta de produtos e elevado período de terminação. Além destes aspectos, Dantas Filho et al. (2007) comentam que na exploração extensiva, a pastagem nativa é a principal fonte alimentar dos rebanhos, o que pode reduzir o desempenho dos animais criados nesta condição.

O sistema de confinamento apresenta-se como alternativa para este cenário, no entanto, não é usualmente adotado na região Nordeste e tem como fatores limitantes à adoção deste sistema, os elevados custos de produção, representados pelas instalações, e principalmente pela alimentação, que corresponde a 60 a 70% destes custos.

A maior proporção de concentrado nas dietas para confinamento é a principal causa do aumento dos custos de produção, devido ao preço de mercado dos alimentos tradicionais, muitas vezes elevados, em virtude da distância entre os centros produtivos e os de consumo.

Neste sentido, surge a opção de se utilizar alimentos alternativos, com destaque para os coprodutos da extração do óleo de sementes da mamoneira (*Ricinus communis* L.), como o farelo de mamona, que segundo Abdalla et al. (2008) contém de 39 a 43% de proteína bruta, mas pode ter a utilização restringida devido à presença dos fatores antinutricionais, ricina, ricinina e complexo alergênico CB-1A (ASLANI et al., 2007), os quais podem ser inativados pelos processos de destoxificação a partir do tratamento do farelo por temperatura e pressão, associado ou não a agentes químicos (ANANDAN et al., 2005).

A eliminação dos fatores antinutricionais torna o farelo de mamona um potencial substitutivo de alimentos protéicos tradicionais, por permitir bons resultados sobre as características de carcaça de ovinos mestiços, quando da inclusão em até 100% como substitutivo na dieta desses animais (VIEIRA et al., 2010), além de não influenciar o metabolismo do nitrogênio, com estabilidade do pH e da concentração de N-NH₃ no líquido ruminal, e de ureia no soro sanguíneo, com variações dentro dos intervalos fisiológicos normais para a espécie ovina (SILVA et al., 2010).

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do farelo de mamona destoxificado em substituição ao farelo de soja, quanto ao consumo, digestibilidade e valor energético de dietas para ovinos em terminação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia (DZO) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI)

em Terezina-PI, localizado em latitude 05°02'28" Sul, longitude 42°46'57" e altitude 71,3m.

Foram avaliadas dietas totais isoprotéicas e isoenergéticas para ovinos em terminação que continham farelo de mamona em substituição ao farelo de soja nos níveis 0, 33, 67 e 100%, com base na matéria seca. As dietas foram compostas por feno de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo, processado aos 90 dias de rebrota, e concentrado composto por milho em grão desintegrado, farelo de soja, ureia suplemento vitamínico-mineral e farelo de mamona destoxificado por autoclavagem a 121°C, sob pressão de 15 psi, durante uma hora (ANANDAN et al., 2005) conforme Tabela 1, e visaram atender às exigências nutricionais preconizadas pelo NRC (2007) para ganho médio diário de 200g (Tabela 2).

Procedeu-se ensaio de metabolismo *in vivo*, com utilização de 20 ovinos mestiços da raça Santa Inês, não castrados, com peso vivo médio inicial de 35±5kg e idade de oito meses, em bom estado sanitário e nutricional, mantidos em gaiolas para estudo de metabolismo com acesso às dietas experimentais fornecidas às 8h e 16h, de forma a proporcionar sobra de 15% em relação ao consumo do dia anterior, além do fornecimento de água *ad libitum*.

Ao início do período experimental, os animais foram pesados em jejum para posterior distribuição nos tratamentos, segundo o delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos (dietas) e cinco repetições (ovinos), e adotou-se a variação do peso vivo ao início do período experimental para distribuição dos animais nos cinco blocos.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Nutriente	Ingrediente			
	Feno de capim-elefante	Farelo de soja	Farelo de mamona destoxificado	Milho
Matéria seca (%)	89,10	87,95	91,25	88,58
% na MS				
Cinza	9,67	7,23	15,64	1,17
Proteína bruta	5,50	52,97	30,93	8,86
Extrato etéreo	1,96	1,41	10,29	4,36
CHOT*	82,86	38,38	43,13	85,60
CNF*	9,48	25,10	4,87	73,13
Fibra em detergente neutro	73,38	13,27	38,26	12,29
Fibra em detergente ácido	45,18	9,59	33,46	3,24

*CHOT = carboidratos totais e CNF = carboidratos não fibrosos, calculados segundo Sniffen et al. (1992).

Tabela 2. Composição centesimal e bromatológica das dietas contendo farelo de mamona destoxificado em substituição ao farelo de soja

Ingrediente/Nutriente	Nível de inclusão de farelo de mamona destoxificado (%)			
	0	33	67	100
Composição centesimal				
Feno de capim-elefante	39,57	37,83	38,19	38,00
Milho	41,37	42,38	42,07	42,07
Farelo de soja	14,30	9,57	4,76	0,00
Farelo de mamona	0,00	4,74	9,51	14,27
Uréia	0,294	0,473	0,475	0,665
Mistura mineral	5,00	5,00	5,00	5,00
Composição bromatológica				
Matéria seca (%)	93,19	93,38	93,53	93,56
% na MS				
Matéria mineral	9,75	9,71	10,46	11,21
Proteína bruta	13,58	13,43	13,13	12,97
Extrato etéreo	2,26	2,53	3,44	3,72
CHOT*	74,37	74,30	73,41	73,18
CNF*	35,82	30,80	30,36	32,56
Fibra em detergente neutro	38,54	43,50	43,05	40,62
Fibra em detergente ácido	19,46	21,96	24,27	26,05
Energia bruta (Mcal/kgMS)	4,19	4,19	4,24	4,23

*CHOT = carboidratos totais e CNF = carboidratos não fibrosos, calculados segundo Sniffen et al. (1992).

A digestibilidade foi obtida pelo método de coleta total *in vivo*, com duração de cinco dias, precedida por uma fase de adaptação dos animais às condições experimentais de 14 dias. As sobras foram coletadas antes de cada refeição e retiradas amostras de 20% que foram acondicionadas em sacos plásticos e conservadas em *freezer* (-5 a -10°C), e o consumo diário de matéria seca e dos nutrientes foi estimado pela diferença entre a dieta oferecida e as sobras. As coletas de fezes e urina foram realizadas após o fornecimento das dietas

experimentais, e retiradas amostras correspondentes a 20% e 15% do total excretado, respectivamente, as quais foram armazenadas em *freezer* (-5 a -10°C). Ao final do período de coletas, as amostras de sobras, fezes e urina foram degeladas, homogeneizadas e formadas amostras compostas por animal.

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do DZO/CCA/UFPI. As amostras de sobras e fezes foram pré-secas a 55°C, em estufa com circulação forçada de ar, durante 72 horas, e

trituradas em moinho tipo Willey a partículas de 1 mm. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS), e com base na MS, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Determinou-se o teor EB na urina segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Os coeficientes de digestibilidade (CD) aparente da MS, matéria orgânica (MO), PB, EE, FDN, FDA, carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), hemicelulose (HCEL) e EB foram obtidos pela fórmula: $CD (\%) = [(nutriente\ ingerido - nutriente\ nas\ fezes) / nutriente\ ingerido] \times 100$.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado pela fórmula de Weiss et al. (1992), $NDT(\%) = PBD\% + FDND\% + CNFD\% + (2,25 \times EED\%)$.

A energia metabolizável (EM) foi calculada pela diferença entre energia digestível (ED) e perdas de energia na urina e sob a forma de metano, e foram calculadas as perdas em metano pela fórmula de Ellis et al. (2007), $C_m = 3,96 + 0,561 \times IMS$, em que C_m = produção de metano (MJ/dia) e IMS = ingestão de matéria seca (kg/dia).

A partir dos valores de EB e EM das dietas experimentais, calculou-se a metabolizabilidade da energia (q), pela relação EM/EB. A eficiência de utilização da EM para ganho (k_g) foi estimada a partir da equação proposta pelo AFRC (1993), $k_g = 0,006 + 0,78q$.

Os dados foram analisados segundo o procedimento PROC MEANS do logiciário estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2000), com realização de estatísticas descritivas para média, desvio padrão e coeficiente de variação. Realizou-se análise de regressão por

meio do PROC GLM, e considerou-se como variáveis dependentes para a construção dos modelos, os parâmetros de consumo e digestibilidade, e como variáveis independentes, os níveis de substituição de 0; 33; 67 e 100%, do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado. Adotou-se o teste “t” de Student a 5% de probabilidade, para avaliação da significância dos coeficientes lineares ou quadráticos dos modelos, associada com a avaliação dos coeficientes de determinação. Procedeu-se ainda, correlação entre os parâmetros pelo procedimento PROC CORR do logiciário estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF), fibra em detergente neutro (CFDN) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) descritos na Tabela 3, não foi influenciado ($P > 0,05$) pela inclusão de farelo de mamona nas dietas, o que corrobora Oliveira et al. (2010), quando da substituição total do farelo de soja pelo farelo de mamona tratado com hidróxido de cálcio para ovinos.

A substituição de farelo de soja por farelo de mamona resultou em efeito linear positivo ($P < 0,05$) sobre o consumo de extrato etéreo (CEE), em %PV e g/UTM, e de fibra em detergente ácido (CFDA), com elevação no CEE e CFDA de 0,015 e 0,090 g/UTM, respectivamente, por unidade percentual de inclusão de farelo de mamona na dieta. O maior CEE atribui-se à elevação do teor deste nutriente nas dietas com maior proporção de farelo de mamona, enquanto o maior CFDA está

associado à maior seletividade para ingestão da porção volumosa das dietas com maiores níveis de inclusão do coproduto (Tabela 1). Foi verificado efeito quadrático para consumo de

hemicelulose (CHCEL) com valores máximos estimados de 0,79 %PV e 19,62g/UTM, para os níveis de inclusão de farelo de mamona 43,13 e 39,55%, respectivamente, (Tabela 3).

Tabela 3. Médias, equações de regressão (ER) e coeficiente de variação (CV%) para consumos de matéria seca e nutrientes, em % PV e g/UTM, das dietas contendo farelo de mamona destoxificado em substituição ao farelo de soja

Unidade	Nível de inclusão de farelo de mamona destoxificado (%)				Média±desvio	ER	CV (%)
	0	33	67	100			
Consumo de matéria seca							
% PV	3,20	3,28	3,84	3,35	3,41±0,57	-	16,81
g/UTM	81,99	82,48	95,11	83,66	85,80±14,32	-	16,68
Consumo de matéria orgânica							
% PV	2,92	3,01	3,46	3,03	3,10±0,51	-	16,45
g/UTM	74,73	75,56	85,71	75,56	77,89±12,62	-	16,20
Consumo de proteína bruta							
% PV	0,45	0,44	0,50	0,40	0,44±0,09	-	19,71
g/UTM	11,59	11,07	12,32	10,04	11,25±2,21	-	19,66
Consumo de extrato etéreo							
% PV	0,07	0,08	0,13	0,12	-	1	19,20
g/UTM	1,78	1,90	3,27	3,00	-	2	20,29
Consumo de carboidratos totais							
% PV	2,39	2,49	2,83	2,51	2,55±0,40	-	15,92
g/UTM	61,36	62,62	70,12	62,52	64,15±10,00	-	15,59
Consumo de carboidratos não fibrosos							
% PV	1,17	0,99	1,18	1,07	1,1±0,23	-	21,81
g/UTM	29,87	24,85	29,12	26,73	27,64±6,13	-	22,20
Consumo de fibra em detergente neutro							
% PV	1,23	1,50	1,71	1,44	1,47±0,22	-	15,13
g/UTM	31,49	37,77	42,29	35,78	36,84±5,31	-	14,42
Consumo de fibra em detergente ácido							
% PV	0,61	0,75	0,95	0,97	-	3	14,66
g/UTM	15,68	18,92	23,57	24,16	-	4	13,52
Consumo de hemicelulose							
% PV	0,62	0,75	0,71	0,47	-	5	15,29
g/UTM	15,81	18,85	17,43	11,63	-	6	14,55
Consumo de nutrientes digestíveis totais							
% PV	2,07	2,12	2,50	2,05	2,18±0,39	-	17,95
g/UTM	52,93	53,19	61,80	51,28	54,80±9,73	-	17,63

¹ $\hat{Y} = 0,0690 + 0,0006FM$; $R^2 = 0,5663$; $P < 0,05$

² $\hat{Y} = 1,7317 + 0,0151FM$; $R^2 = 0,5505$; $P < 0,05$

³ $\hat{Y} = 0,6806 + 0,0038FM$; $R^2 = 0,6753$; $P < 0,01$

⁴ $\hat{Y} = 17,1034 + 0,0901FM$; $R^2 = 0,6842$; $P < 0,01$

⁵ $\hat{Y} = 0,6475 + 0,0069FM - 0,00008FM^2$; $R^2 = 0,6839$; $P < 0,01$

⁶ $\hat{Y} = 16,4938 + 0,1582FM - 0,0020FM^2$; $R^2 = 0,7018$; $P < 0,01$

Os teores médios de FDN, 41,43%, (Tabela 2) com 28,17% de FDN proveniente do volumoso e CNF (33,63%) denotam adequação da dieta a uma boa estabilidade das condições fermentativas no ambiente ruminal. Os teores de FDN das dietas experimentais podem ser considerados elevados, entretanto, estes não influenciaram os parâmetros consumo de MS e MO, considerados determinantes do desempenho animal, ao contrario do verificado por Cardoso et al. (2006), em que a elevação dos níveis de FDN das dietas comprometeu a ingestão de MS e nutrientes.

Os resultados para CMS, $3,41 \pm 0,57$ %PV e $85,80 \pm 14,32$ g/UTM, foram superiores aos obtidos por Xenofonte et al. (2008) ao avaliarem o farelo de babaçu, quando verificaram o menor consumo de MS, em %PV e g/UTM, a partir da inclusão de 25,56% e 28,17%, respectivamente, do referido coproduto. A ausência de efeito da inclusão do farelo de mamona nas dietas sobre o CMS justifica o uso potencial de farelo de mamona em dietas para ovinos confinados em terminação, e deve-se considerar o custo unitário do nutriente proteína em relação às fontes protéicas convencionais disponíveis.

O CMS, CPB e CNDT obtido nesta pesquisa, $85,80 \pm 14,32$, $11,25 \pm 2,21$ e $54,80 \pm 9,73$ g/UTM, respectivamente, permite atendimento às exigências nutricionais de ovinos estabelecidas pelo NRC (2007), para MS 80,35g/UTM, PB 9,59g/UTM e NDT 53,04g/UTM.

A adição de farelo de mamona em substituição ao farelo de soja resultou em efeito ($P < 0,05$) linear negativo sobre a digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), carboidratos totais (DCHOT), e efeito positivo para digestibilidade do extrato etéreo (DEE) e quadrático para digestibilidade da fibra em detergente

neutro (DFDN) e hemicelulose (DHCEL) conforme Tabela 4.

A DMS e a DMO apresentaram redução da ordem de 0,05% por unidade percentual de inclusão de farelo de mamona na dieta. A redução na DMO pode ter decorrido da seletividade para a porção volumosa da dieta, evidenciado pelo maior consumo de FDA (Tabela 3). A DPB reduziu em 0,07% por unidade percentual de inclusão do farelo de mamona na dieta, o que se justifica pela diferença entre o valor biológico da PB do farelo de mamona e do farelo de soja, do que resulta redução na proteína digestível (PD) com inclusão do farelo de mamona de 9,58 para 7,55% quando da substituição total do farelo de soja, o que condiciona redução no consumo de PD de 8,14 para 6,37 g/UTM. Quando comparados a dietas com inclusão de outros coprodutos para alimentação de ovinos, os valores de DPB foram inferiores aos obtidos por Sousa Junior et al. (2007), que verificaram DPB de 81,83% quando da inclusão de 30% de farelo de babaçu, no entanto, aproximaram-se aos obtidos por Xenofonte et al. (2008) 66,5; 69,1; 70,6 e 73,6% para os níveis de inclusão de farelo de babaçu 0; 10; 20 e 30%, respectivamente.

Verificou-se correlação linear positiva ($P < 0,01$) entre DEE e CEE em g/UTM ($r = 0,62$), com incremento de 0,11% na DEE para cada nível de inclusão de farelo de mamona, pois o maior consumo de EE disponibiliza maior teor deste nutriente passível de digestão. Elevação na digestibilidade do EE também foi constatada por Oliveira et al. (2010) quando da inclusão do farelo e torta de mamona nas dietas avaliadas, o que justifica que, ao se acatar os limites de EE na dieta (6% com base na MS), o ácido ricinoléico não se constitui em impedimento para uso da torta ou farelo

de mamona na alimentação de ruminantes.

A maior DFDN (54,93%) ocorreu quando da inclusão de 38,6% de farelo de mamona. Este valor é considerado baixo, no entanto, o impacto da DFDN sobre o consumo e utilização dos nutrientes das dietas é pequeno, devido

ser reduzida a participação da FDN em dietas totais com alta proporção de concentrado. Resultados para DFDN de dietas totais para ovinos em terminação obtidos por Oliveira et al. (2010), 49,75%, corroboram os achados desta pesquisa.

Tabela 4. Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de variação (CV%) para a digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes das dietas contendo farelo de mamona destoxificado em substituição ao farelo de soja

Digestibilidade (%)	Nível de inclusão de farelo de mamona destoxificado (%)				Média±desvio	ER	CV (%)
	0	33	67	100			
DMS	68,59	67,22	66,31	62,91	-	1	4,21
DMO	69,22	68,21	67,34	63,86	-	2	4,18
DPB	70,31	68,06	64,82	63,53	-	3	4,62
DEE	79,69	83,70	88,67	89,83	-	4	3,50
DCHOT	68,72	67,77	66,79	62,67	-	5	4,52
DCNF	86,37	87,18	86,52	85,60	86,41±2,83	-	3,28
DFDN	52,32	54,87	54,20	45,37	-	6	9,08
DFDA	44,75	46,73	48,37	49,69	47,38±5,69	-	12,02
DHCEL	59,72	62,89	59,08	36,35	-	7	9,40
DEB	66,75	66,31	65,23	61,86	65,03±3,55	-	5,47
NDT (% na MS)	64,74	64,64	64,69	61,37	63,86±2,63	-	4,04
ED (Mcal/kgMS)	2,83	2,81	2,79	2,66	2,77±0,14	-	5,25
EM (Mcal/kgMS)	2,32	2,30	2,30	2,21	2,27±0,15	-	6,67

DMS = digestibilidade da matéria seca; DMO = digestibilidade da matéria orgânica; DPB = digestibilidade da proteína bruta; DEE = digestibilidade do extrato etéreo; DCHOT = digestibilidade de carboidratos totais; DCNF = digestibilidade de carboidratos não fibrosos; DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro; DFDA = digestibilidade da fibra em detergente ácido; DHCEL = digestibilidade da hemicelulose; DEB = digestibilidade da energia bruta; NDT = nutrientes digestíveis totais; ED = energia digestível e EM = energia metabolizável.

¹ $\hat{Y}=67,4239-0,0536FM$; $R^2=0,5343$; $P<0,05$

² $\hat{Y}=68,1869-0,0507FM$; $R^2=0,5193$; $P<0,05$

³ $\hat{Y}=69,0108-0,0705FM$; $R^2=0,5747$; $P<0,05$

⁴ $\hat{Y}=77,3572+0,1060FM$; $R^2=0,7576$; $P<0,05$

⁵ $\hat{Y}=67,8148-0,0572FM$; $R^2=0,5385$; $P<0,05$

⁶ $\hat{Y}=51,2049+0,1932FM-0,0025FM^2$; $R^2=0,6034$; $P<0,05$

⁷ $\hat{Y}=58,8068+0,3645FM-0,0058FM^2$; $R^2=0,8728$; $P<0,05$

Houve elevada correlação positiva ($r=0,86$; $P<0,01$) entre DFDN e DHCEL, com valor máximo para DHCEL (64,53%) quando da inclusão de 31,4% de farelo de mamona na dieta. Nas dietas avaliadas, a proporção de hemicelulose variou de 37,08% (dieta controle) a 14,57% (100% farelo de mamona em substituição ao farelo de soja), o que justifica variações na digestibilidade deste constituinte.

O teor de NDT não variou entre as dietas ($P>0,05$), em média $64,31\pm2,59\%$ (Tabela 4), adequado ao atendimento das exigências nutricionais de ovinos com $35\pm5\text{kg}$ e ganho de peso 200 g/dia , segundo o NRC (2007), de 66,01%, e são estes valores indicadores da viabilidade de uso de coprodutos agroindustriais do processamento da mamona na alimentação de ruminantes. A metabolizabilidade da energia (q) e a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (k_g) não diferiram ($P>0,05$) quando da inclusão do farelo de mamona, sendo $q=0,53\pm0,0037$ ($CV=6,96\%$) e $k_g=0,42\pm0,0028$ ($CV=6,78\%$). Estes valores indicam que a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona em dietas para ovinos, mesmo em níveis mais elevados, não compromete a conversão da energia alimentar em produto animal. Metabolizabilidade equivalente foi obtida por Gonzaga Neto et al. (2005), $q=0,50$, para dieta semelhante à utilizada como controle nesta pesquisa, no entanto, o k_g calculado a partir deste valor de q ($k_g=0,39$) é ligeiramente inferior ao obtido neste experimento.

Quanto à energia digestível e metabolizável, estas não foram influenciadas ($P>0,05$) pela inclusão do farelo de mamona nas dietas, com médias $2,77\pm0,14$ e $2,27\pm0,15$ Mcal/kgMS, respectivamente (Tabela 4), do que resultou em consumo médio

de 3,09 Mcal de EM/dia, para um consumo médio de $1.193,50\pm199,50\text{ g}$ de MS/animal/dia, superior ao preconizado pelo NRC (2007), 2,46 Mcal de EM/dia.

A inclusão de farelo de mamona destoxificado em substituição ao farelo de soja, correspondente a 14,27% da dieta total para ovinos em terminação não influencia o consumo, e permite atendimento às exigências nutricionais desta categoria animal quanto à ingestão de MS, proteína e energia. Entretanto, níveis mais elevados de inclusão reduzem a digestibilidade da MS, MO, PB e CHOT, o que torna recomendável a inclusão de até 33% na dieta, por permitir elevada digestibilidade da FDN e celulose. Apesar destes efeitos, o valor energético (NDT, ED e EM) das dietas não é influenciado pela inclusão de farelo de mamona.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOIS, A.R.; CARMOS, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-268, 2008. Supl.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants: an advisory manual** prepared by AFRC Technical Committee on responses to nutrients. Wallingford, UK: Commonwealth Agricultural Bureau International, 1993. 159p.

ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G.K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K.S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, n.1, p.159-168, 2005.

ASLANI, M.R.; MALEKI, M.; MOHRI, M.; SHARIFI, V.; NAJJAR-NEZHAD, V.; AFSHARI, E. Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. **Toxicon**, v.49, p.400-406, 2007.

CARDOSO, A.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B.; JOCHIMS, F.; HASTEMPFLUG, M.; WOMMER, T.P. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.215-221, 2006.

DANTAS FILHO, L.A.; LOPES, J.B.; VASCONCELOS, V.R.; OLIVEIRA, M.E.; ALVES, A.A.; ARAÚJO, D.L.C.; CONCEIÇÃO, W.L.F. Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.147-154, 2007.

ELLIS, J.L.; KEBREAB, E.; ODONGO, N.E.; McBRIDE, B.W.; OKINE, E.K.; FRANCE, J. Prediction of methane production from dairy and beef cattle. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.7, p.3456-3467, 2007.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T.; ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA, A.M.A.; MARQUES, C.A.T.; LEÃO, A.G. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2446-2456, 2005. Supl.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.

OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; BRITO, A.F.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; SOUZA, S.M.; MACHADO, O.L.T. Nutrient digestibility, nitrogen metabolism and hepatic function of sheep fed diets containing solvent or expeller castor seed meal treated with calcium hydroxide. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, n.1, p.15-28, 2010.

SILVA, D.C.; ALVES, A.A.; VASCONCELOS, V.R.; NASCIMENTO, H.T.S.; MOREIRA FILHO, M.A.; OLIVEIRA, M.A. Metabolismo dos compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo farelo de mamona destoxificado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.2, p.219-224, 2010.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p.

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**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOUZA JÚNIOR, A.; OLIVEIRA, M.E.; ALVES, A.A.; AZEVÊDO, D.M.M.R.; LOPES, J.B.; ARAÚJO, D.L.C. Digestibilidade de dietas contendo farelo de babaçu para ovinos em terminação. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.216, p.967-970, 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM.
SAS/STAT: user's guide. Cary: SAS
Institute, 2000.

VIEIRA, M.M.M; CÂNDIDO, M.J.D.;
BOMFIM, M.A.D.; SEVERINO, L.S.;
ZAPATA, J.F.F.; BESERRA, L.T.;
MENESES, A.J.G.; FERNANDES,
J.P.B. Características da carcaça e dos
componentes não-carcaça em ovinos
alimentados com rações à base de farelo
de mamona. **Revista Brasileira de
Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1,
p.140-149, 2010.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.;
PIERRE, N.R.S. A theoretically-based
model for predicting total digestible
nutrient values of forages and
concentrates. **Animal Feed Science
and Technology**, v.39, n.1-2, p.95-110,
1992.

XENOFONTE, A.R.B.; CARVALHO
F.F.R.; BATISTA A.M.V.;
MEDEIROS, G.R.; ANDRADE, R.P.X.
Desempenho e digestibilidade de
nutrientes em ovinos alimentados com
rações contendo farelo de babaçu.
Revista Brasileira de Zootecnia, v.37,
n.11, p.2063-2068, 2008.

Data de recebimento: 14/06/2010

Data de aprovação: 18/01/2011