



**CURSO DE AGRONOMIA**

**LARISSA EMELI ROLIN FALCÃO**

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DA TORTA DE MAMONA  
DESTOXIFICADA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE  
OVINOS**

**ERECHIM - RS**

**2023**

**LARISSA EMELI ROLIN FALCÃO**

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DA TORTA DE MAMONA  
DESTOXIFICADA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE  
OVINOS**

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Berenchein

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Agronomia da Universidade Federal  
da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Erechim,  
como requisito para obtenção do título de  
bacharel em Agronomia.

ERECHIM - RS

2023

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Falcão, Larissa Emeli Rolin  
CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DA TORTA DE MAMONA  
DESTOXIFICADA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA  
DE OVINOS / Larissa Emeli Rolin Falcão. -- 2023.  
17 f.

Orientador: Doutor Bernardo Berenchein

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Erechim, RS, 2023.

1. Biodiesel. Subprodutos. Ricina. Toxicidade.  
Digestibilidade. I. Berenchein, Bernardo, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**LARISSA EMELI ROLIN FALCÃO**

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DA TORTA DE MAMONA  
DESTOXIFICADA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE  
OVINOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS – *campus* Erechim, como parte das exigências para obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Berenchtein

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em: 24/02/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr. Bernardo Berenchtein – UFFS  
Orientador

---

Prof. Dr.<sup>a</sup> Tarita Cira Deboni – UFFS  
Avaliadora

---

M.a. Suzana Fátima Bazoti – UFFS  
Avaliadora

Erechim – RS, fevereiro de 2023

# CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DA TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS

Larissa Emeli Rolin Falcão<sup>1</sup>, Bernardo Berenchtein<sup>2</sup>

## Resumo

A torta de mamona é um subproduto da indústria de biodiesel com elevado valor nutricional para utilização na alimentação de ruminantes, entretanto, seu uso é restrito devido a presença de ricina. Apesar dos métodos de destoxificação serem estudados a muitos anos, ainda existem poucos trabalhos avaliando os efeitos desse subproduto na alimentação animal e o seu potencial nutritivo em função da sua destoxificação e composição química. Dessa maneira, torna-se oportuno estudar a capacidade de utilização dos nutrientes da torta de mamona destoxificada na dieta de animais ruminantes. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da substituição parcial do farelo de soja pela torta de mamona destoxificada sobre o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes de ovinos alimentados com esse subproduto. Para isso, 10 ovinos, machos, castrados, da raça Santa Inês, com peso corporal (PC) médio inicial de  $42,9 \pm 3,72$  kg foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado e divididos em dois grupos: controle e teste, substituição de 50% do farelo de soja por torta de mamona (TM) destoxificada. A inclusão da TM destoxificada não refletiu sobre o consumo dos animais, entretanto, reduziu a digestibilidade da MS, MO e FDN. Apesar do potencial de substituição da torta de mamona destoxificada, as reduções na digestibilidade aparente de alguns nutrientes podem refletir na redução do desempenho animal.

Palavras-chave: Alimentação animal. Subprodutos. Ricina. Toxicidade. Digestibilidade.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Agronomia na Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS – Campus Erechim, Larissaemelirolinfalcao@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Dr. Na área de Nutrição e Produção Animal na Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS – Campus Erechim.

## INTAKE AND APPARENT DIGESTIBILITY OF DETOXIFIED CASTOR OIL PLANT CAKE AS A REPLACEMENT FOR SOYBEAN MEAL IN SHEEP DIETS

### Abstract

Castor cake is a byproduct of biodiesel industry with high nutritional value for use in ruminant feeding, however, its use is restricted due to the presence of ricin. Although methods of detoxification have been studied for many years, there are still few studies evaluating the effects of this by-product on animal nutrition and its nutritional potential in function of detoxification and chemical composition. In this way, it is opportune to study nutrient use capacity of detoxified castor cake in ruminant animal diet. The objective of this study was to evaluate the influence of partial substitution of soybean meal for detoxified castor cake on the consumption, apparent digestibility of nutrients, and synthesis of microbial nitrogen compounds, nitrogen balance, ruminal parameters, ruminal microbiota and enteric methane emission of sheep fed with this by-product. For this, 10 sheep, male, castrated, Santa Inês breed, with initial mean body weight (BW) of  $42.87 \pm 3.72$  kg were distributed in a randomized complete design and divided into two groups: control and test, substitution of 50% of soybean meal for detoxified castor cake (DCC). The DCC showed ricin concentrations of  $0.303 \text{ mg g}^{-1}$  and ricin consumption was  $0.59 \text{ mg kg}^{-1} \text{ day}^{-1}$  body weight. production of short chainfatty acids were not changed either, except for acetate, which increased with the inclusion of DCC in relation to the diet with soybean meal. Nevertheless, no change was observed in acetate: propionate ratio. The species relative abundance of *F. succinogenes*, *R. flavefaciens*, *S. ruminantium* and fungi, absolute population of *Archaea metanogenics*, and protozoa number were not changed by DCC inclusion in comparison to control diet, as well as methane emission. Despite the potential for replacement of soybean cake by the detoxified castor cake, the reduction in apparent digestibility of some nutrients may reflect in lower animal performance.

Keywords: Animal feeding. By-products. Ricina. Toxicity. Digestibility. Short-chain fatty acids. Ruminal microbial population.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Material e Métodos.....</b>	<b>10</b>
2.1	Ensaio de digestibilidade aparente .....	12
2.2	Análise estatística .....	12
<b>3</b>	<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>15</b>
	<b>Referências .....</b>	<b>16</b>

## 1 Introdução

Com o aumento da população mundial esperado para cerca 8,3 bilhões de pessoas até 2030, é essencial que a sustentabilidade da produção de alimentos ocorra através da produção de proteína animal utilizando recursos localmente disponíveis e animais adaptados ao ambiente (EISLER et al., 2014). Os ruminantes desempenham um papel importante por causa da conversão de alimentos não consumíveis pelos humanos, tais como forragem, arbustos, resíduos de culturas e subprodutos da agropecuária, em proteína de alta qualidade (leite e carne). Isto acontece devido à anatomia do trato digestivo dos animais ruminantes, pois os mesmos possuem microrganismos que estão presentes no rúmen e fermentam alimentos fibrosos e sintetizam nutrientes, principalmente proteína e algumas vitaminas (Barcelos et al., 2001).

A utilização de subprodutos na suplementação de ovinos pode ser uma importante alternativa sustentável, pois minimiza os danos ambientais e diminui o custo de produção. A produção de biodiesel vem crescendo ao longo dos anos e, com ela, a quantidade de subprodutos gerados após a extração do óleo das sementes utilizadas na indústria do biodiesel. A introdução desses subprodutos nas dietas de animais de produção pode ser vantajosa, sendo, na maioria das vezes, fontes baratas de proteína e energia (OLIVEIRA et al., 2010a). Entre as oleaginosas com potencial para produção de biodiesel está a mamona (*Ricinus communis* L.), devido ao elevado teor de óleo das sementes e capacidade de adaptação à diferentes tipos de solo e clima (SILVA et al., 2015). A extração do óleo das sementes de mamona pode ser realizada por dois processos, prensagem mecânica ou prensagem seguido por extração com solvente, que geram a torta e o farelo de mamona (OGUNNIYI, 2006). A torta de mamona possui elevado teor de proteína bruta e pode ser utilizado como concentrado protéico na alimentação de ruminantes, entretanto, tem sido usada principalmente como adubo orgânico por ser considerada tóxica para alimentação animal (ABDALLA et al., 2008; FURTADO et al., 2014).

A ricina é o principal composto tóxico presente na mamona e atua na inibição da síntese ribossomal de organismos eucariotos. É encontrada principalmente no endosperma da semente, permanecendo na torta após a extração do óleo (OLIVEIRA et al., 2010a). Embora alguns trabalhos relatem a tolerância de animais ruminantes à torta de mamona ou às doses crescentes de ricina (EFSA, 2008; MENEZES et al., 2015), a destoxificação da torta deve ser realizada para tornar seu uso seguro na alimentação animal (ANANDAN et al., 2005).

Apesar dos métodos de destoxificação da torta de mamona serem estudados a muitos anos, ainda existem poucos trabalhos avaliando os efeitos desse subproduto na alimentação

animal e o seu potencial nutritivo em função da sua destoxificação e composição química (PALMIERI et al., 2016).

Dessa maneira, torna-se oportuno estudar a capacidade de utilização dos nutrientes da torta de mamona destoxificada na dieta de ruminantes em substituição ao farelo de soja. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da substituição parcial do farelo de soja pela torta de mamona destoxificada sobre o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes de ovinos alimentados com esse subproduto.

## 2 Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP), localizado no município de Piracicaba – SP, Brasil e as análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da UFFS, Campus Erechim. O Experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Centro de Energia Nuclear da Agricultura - CEUA/CENA/USP (Protocolo Nº001-2016).

Os animais experimentais foram adquiridos do próprio rebanho do Laboratório de Nutrição Animal (Lana/CENA/USP), sendo 10 ovinos, machos, castrados, da raça Santa Inês, com peso corporal (PC) médio inicial de  $42,9 \pm 3,72$  kg. Os animais foram alojados ao acaso em baias individuais cobertas (1,0 m x 1,5 m) providas de comedouros, bebedouros e piso de borracha durante 14 dias para adaptação à dieta. Em seguida, foram manejados para gaiolas de metabolismo para realização do ensaio de digestibilidade, onde permaneceram por 8 dias e, novamente manejados para as baias individuais para os estudos de síntese de proteína microbiana, emissão de metano entérico e coleta de sangue, durante 9 dias.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Foram utilizados dois tratamentos: o controle, com 0% de substituição do farelo de soja, e o teste, com a torta de mamona destoxificada (TMD) em substituição parcial (50%) ao farelo de soja.

A torta de mamona foi obtida da Indústria e Comércio de Óleos Vegetais Ltda localizada na cidade de Quixadá – CE, a partir da extração mecânica (prensagem) do óleo da semente. A torta obtida foi submetida ao tratamento de destoxificação com hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) na Embrapa Caprinos e Ovinos em Sobral – CE. A destoxificação da torta foi realizada de acordo Anandan et al. (2005) com adaptações de Andrade (2015), utilizando  $\text{Ca(OH)}_2$  na quantidade de 90 g diluídos em 2 L de água para cada quilo de torta (com base na matéria natural). A torta foi misturada com a solução de  $\text{Ca(OH)}_2$  em um misturador semiautomático por 8 h (com intervalos de 40 minutos a cada 1 hora), seguidos por 16 h em repouso e posterior secagem ao sol.

Foram utilizados na composição das rações o feno de Tifton 85 como alimento volumoso e o milho, farelo de soja e a torta de mamona destoxificada como alimentos concentrados. A composição bromatológica dos alimentos utilizados foi a determinada.

Tabela 1 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Variáveis	Alimentos			
	Feno	Milho	FS <sup>1</sup>	TMD <sup>1</sup>
	<i>g kg<sup>-1</sup> MS</i>			
Matéria seca <sup>2</sup>	921	905	901	931
Matéria orgânica	936	986	933	686
Proteína bruta	66	89	495	336
Extrato etéreo	24	50	17	58
Fibra em detergente neutro	787	258	359	655
Fibra em detergente ácido	443	34	126	329
Lignina	90	9	21	233

<sup>1</sup>FS: farelo de soja; TMD: torta de mamona destoxificada;

<sup>2</sup>Matéria seca com base na matéria original.

As dietas experimentais foram formuladas para atenderem as exigências de manutenção dos animais, com concentrações de proteína bruta próximas e relação volumoso:concentrado de 50:50, com base nas recomendações do NRC (2007). O percentual dos alimentos utilizados na formulação das dietas assim como a composição bromatológica do volumoso e concentrado encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição percentual das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas experimentais	
	Controle	TMD <sup>2</sup>
	<i>Composição percentual das rações experimentais</i>	
Feno	50	50
Milho	33,7	30
Farelo de soja	14,5	9,0
Torta de mamona destoxificada	0	9,2
Mistura mineral <sup>1</sup>	1,8	1,8

<sup>1</sup>Composição: cálcio: 165 g kg<sup>-1</sup>; fósforo: 85 g kg<sup>-1</sup>; magnésio: 10 g kg<sup>-1</sup>; enxofre: 28 g kg<sup>-1</sup>; sódio: 120 g kg<sup>-1</sup>; cobre: 756 mg kg<sup>-1</sup>; magnésio: 2180 mg kg<sup>-1</sup>; zinco: 2800 mg kg<sup>-1</sup>; iodo: 56 mg kg<sup>-1</sup>; cobalto: 44 mg kg<sup>-1</sup>; selênio: 14 mg kg<sup>-1</sup>; flúor (máximo): 850 mg kg<sup>-1</sup>;

<sup>2</sup>TMD = torta de mamona destoxificada.

As rações foram fornecidas aos animais duas vezes ao dia, em duas porções iguais às 8 e às 16 horas, sendo o volumoso e o concentrado misturado no cocho. O consumo de matéria seca foi fixado em 3% do peso corporal e ajustado para que não houvesse sobras e o consumo de água foi *ad libitum*.

## 2.1 Ensaio de digestibilidade aparente

Após o período de adaptação à dieta, os animais foram alocados em gaiolas de estudo de metabolismo equipadas com coletores e separadores de fezes e urina, bem como cochos e bebedouros. Os animais permaneceram durante 8 dias nas gaiolas metabólicas sendo os dois primeiros dias para adaptação às gaiolas e seis dias para coleta dos dados.

Durante a pesagem das dietas, amostras de feno e concentrado foram colhidas separadamente para formação de uma amostra composta por animal para posterior determinação da composição química do ofertado (Tabela 5.4). As sobras de ração e as fezes excretadas foram coletadas diariamente antes da primeira refeição matinal e pesadas. Uma amostra representativa de 10% de cada material foi colhida e usada para formação de uma amostra composta por animal, a qual foi armazenada em *freezer*. A urina foi coletada diariamente em bandejas de polietileno e recolhidas em solução acidificada com ácido sulfúrico a 10% (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10 N). O volume total da urina foi mensurado e uma alíquota de 10% foi amostrada e armazenada individualmente em *freezer* para posterior análise.

As amostras de sobras e fezes foram descongeladas a temperatura ambiente e pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. As amostras de sobras e fezes pré-secas, assim como as amostras de alimentos utilizados na composição da dieta e da dieta oferecida passaram por processo de moagem em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. Foram realizadas análises químicas dos alimentos, da dieta, das sobras e das fezes. A determinação da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e extrato etéreo (EE) foi realizada segundo a metodologia da AOAC (2011). A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinados pelo método sequencial utilizando sacos de filtro (ANKOM #57) em um analisador de fibra (Tecnal, São Paulo, Brasil) de acordo com (VAN SOEST et al., 1991).

O coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta foi determinado segundo McDonald et al. (2011):

$$\text{Digestibilidade aparente de } X (\%) = \frac{(X_{\text{consumido}} - X_{\text{excretado}})}{X_{\text{consumido}}} * 100$$

onde X = nutriente avaliado.

## 2.2 Análise estatística

A análise estatística dos dados coletados foi realizada utilizando o pacote estatístico SASv. 9.4. (SAS Institute Inc., Cary NC, EUA). Todas as variáveis estudadas foram submetidas a

análise de variância utilizando o teste F e posteriormente as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### **3 Resultados e Discussão**

O processo de destoxificação com  $\text{Ca(OH)}_2$  utilizado na TM destoxificada não foi capaz de degradar/inativar por completo a ricina, estando essa presente na concentração de  $0,303 \text{ mg g}^{-1}$  de TM. O consumo médio de ricina para os ovinos que receberam a dieta com a TM destoxificada foi de  $0,59 \text{ mg kg}^{-1} \text{ PC dia}^{-1}$ .

Os consumos de MS, MO, PB, FDN e FDA não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 3). Foram encontrados resultados semelhantes por Silva et al. (2011) trabalhando com ovinos alimentados com até 100% de inclusão da TM destoxificada em substituição ao farelo de soja também não encontraram diferenças no consumo dessas frações. Oliveira et al. (2010a) também não encontraram alterações no consumo de MS e MO de ovinos alimentados com dietas contendo TM destoxificada substituição ao farelo de soja em 100%. Os resultados deste estudo sugerem que a TM destoxificada apresenta uma boa aceitabilidade pelos animais.

O consumo de EE foi influenciado ( $P < 0,0278$ ) pela inclusão da torta de mamona e pode ser atribuído pela maior concentração dessa fração na torta em relação ao farelo de soja ( $57,3$  vs  $44,6 \text{ g kg}^{-1}$  de MS, respectivamente). Embora a inclusão da torta de mamona tenha elevado o consumo de EE da dieta, esse se manteve abaixo do limite de inclusão de 6% da MS ingerida, o qual é associado a diminuição da digestão da fibra pelos microrganismos ruminais fibrolíticos (MEDEIROS et al., 2015; VAN SOEST, 1994).

Tabela 3 – Consumo e digestibilidade dos nutrientes nas dietas de ovinos alimentados com TM destoxificada em substituição parcial ao farelo de soja

Variáveis	Tratamentos		EPM <sup>2</sup>	Valor-P
	Controle	TDM <sup>1</sup>		
<i>Consumo, kg dia<sup>-1</sup></i>				
Matéria seca	1,362 <sup>a</sup>	1,298 <sup>a</sup>	0,07	0,5607
Matéria orgânica	1,275 <sup>a</sup>	1,206 <sup>a</sup>	0,07	0,5070
Proteína bruta	0,186 <sup>a</sup>	0,175 <sup>a</sup>	0,009	0,3519
Extrato etéreo	0,042 <sup>b</sup>	0,054 <sup>a</sup>	0,003	0,0278
Fibra em detergente neutro	0,850 <sup>a</sup>	0,806 <sup>a</sup>	0,06	0,6138
Fibra em detergente ácido	0,358 <sup>a</sup>	0,350 <sup>a</sup>	0,23	0,8086
<i>Digestibilidade aparente (%)</i>				
Matéria seca	57,58 <sup>a</sup>	50,76 <sup>b</sup>	0,02	0,0411
Matéria orgânica	60,78 <sup>a</sup>	55,02 <sup>b</sup>	0,01	0,0473
Proteína bruta	65,60 <sup>a</sup>	62,66 <sup>a</sup>	0,02	0,3933
Extrato etéreo	59,84 <sup>a</sup>	74,50 <sup>a</sup>	0,04	0,0559
Fibra em detergente neutro	43,40 <sup>a</sup>	27,28 <sup>b</sup>	0,04	0,0194
Fibra em detergente ácido	11,8 <sup>a</sup>	14,7 <sup>a</sup>	0,07	0,0636

<sup>1</sup>TMD = dieta contendo torta de mamona destoxificada substituindo o farelo de soja em 50%.

<sup>2</sup>EPM = erro padrão da média.

Letras diferentes nas linhas apresentam significância a 5% pelo teste de Tukey para os tratamentos.

A digestibilidade aparente da PB, EE e FDA não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, entretanto houve redução ( $P < 0,05$ ) na digestibilidade da MS, MO e FDN. Esses resultados indicam que, apesar do consumo de MS, MO e FDN não ter diferido estatisticamente pela inclusão da TM destoxificada, o aproveitamento da dieta foi reduzido, sugerindo que animais alimentados com a TM destoxificada podem ter seu desempenho produtivo comprometido. Resultado semelhante foi encontrado por Cobianchi et al. (2012) ao substituir o farelo de soja pela TM destoxificada em diferentes proporções (33, 67 e 100%) em dietas de vacas leiteiras. Os autores relataram redução na digestibilidade da MS, MO, PB, FDN e

carboidratos não fibrosa (CNF) com a substituição a partir de 33%, entretanto, não verificaram redução no consumo dessas frações e associaram a redução da digestibilidade do FDN ao aumento do teor de lignina e cutina.

A menor digestibilidade do FDN da dieta com torta de mamona pode ser atribuída a presença de cascas nas sementes durante o processo de prensagem. As cascas possuem em sua composição cutina, que é uma fração da lignina, a qual durante a degradação ruminal forma uma barreira ao ataque dos microrganismos no material fibroso, reduzindo a extensão da degradação do FDN (VAN SOEST, 1994). A presença de cutina na TM e TM destoxificada foi verificada por Furtado et al. (2012) e Oliveira et al. (2010a), que encontraram valores de 25,7% na torta de mamona e 30,9 a 42,7% em dietas formuladas para ovinos com 150 g de torta ou farelo de mamona a cada 1 kg de MS.

Embora o tratamento alcalino ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) utilizado na destoxificação da TM apresente potencial para aumentar a solubilidade da lignina, nesse estudo não foi verificado esse efeito. Oliveira et al. (2010a), explicaram que a eficácia do tratamento alcalino depende de ligações tipo ésteres entre a lignina e os hidratos de carbono, que não são numerosas em plantas dicotiledôneas como a mamona.

#### **4 Conclusão**

A inclusão da torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja em dietas de ovinos não alterou o consumo, no entanto, apresentou redução na digestibilidade aparente da MS, MO e FDN, o que pode refletir no comprometimento do desempenho dos animais.

Salienta-se que o uso da torta de mamona destoxificada como alimento alternativo para ruminantes é uma possibilidade ou opção ou caminho promissor, uma vez que a mesma é imprópria ao consumo humano e seu uso pode contribuir na valorização desse subproduto e na redução dos custos de alimentação. Além de ser uma forma mais sustentável de alimentação, aproveitando um subproduto que poderia ser descartado.

## Referências

ABDALLA, A. L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. esp., p. 260–268, 2008.

ABDALLA FILHO, A. L. **Produção de gases, síntese microbiana pelo radiofósforo e digestibilidade do babaçu e mofumbo em dietas de ovinos**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

ANANDAN, S. et al. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 120, n. 1–2, p. 159–168, 2005.

ANDRADE, I. R. A. de. **Destoxificação da torta de mamona por produtos químicos alternativos**. 2015. 90 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C.A.; OLALQUIAGA PEREZ, J.R. Fatores antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 4, 1316-1324, 2001.

COBIANCHI, J. V. et al. Productive performance and efficiency of utilization of the diet components in dairy cows fed castor meal treated with calcium oxide. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 10, p. 2238–2248, 2012.

EISLER, M. et al. Steps to sustainable livestock. **Nature**, London, v. 507, n. 7490, p. 32-34, 2014.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY – EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on ricin (from *Ricinus communis*) as undesirable substances in animal feed: (Question N° EFSA-Q-2003-062). **The EFSA Journal**, Parma, v. 726, p. 1–38, 2008.

FURTADO, R. N. et al. Valor nutritivo de dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 1, p. 155–162, 2012.

FURTADO, R. N. et al. Balanço de nitrogênio e avaliação ruminal em ovinos machos e fêmeas alimentados com rações contendo torta de mamona sob diferentes tratamentos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 3237, 2014.

McDONALD, P. et al. **Animal nutrition**. Harlow: Pearson, 692 p., 2011.

MEDEIROS, S. R. de et al. Lipídios na nutrição de ruminantes. In: MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. 1. ed. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, cap. 5, p. 63–76, 2015.

MENEZES, D. R. et al. Cinética ruminal de dietas contendo farelo de mamona destoxificado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 2, p. 636–641, 2015.

OLIVEIRA, A. S. et al. Nutrient digestibility, nitrogen metabolism and hepatic function of sheep fed diets containing solvent or expeller castorseed meal treated with calcium hydroxide. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 158, p. 15–28, 2010a.

OLIVEIRA, A. S. et al. *In vitro* ruminal degradation of ricin and its effect on microbial growth. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 157, n. 1–2, p. 41–54, 2010b.

PALMIERI, A. D. et al. Nutritional and productive performance of goats kids fed diets with detoxified castor meal. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 216, p. 81–92, 2016.

SILVA, D. C. da et al. Metabolismo dos compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo farelo de mamona destoxificado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 219–224, 2010.

SILVA, D.C. da et al. Consumo e digestibilidade de dietas contendo torta de mamona destoxificada para ovinos em terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 1, p. 96-106, 2011.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca, NY: Cornell University Press, 476 p., 1994.

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