

**HELLENN CARDOSO OLIVEIRA**

**FARELO DE MAMONA DESTOXIFICADO NA DIETA DE  
CORDEIROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48f  
2013

Oliveira, Hellen Cardoso, 1982-

Farelo de mamona destoxificado na dieta de cordeiros /  
Hellen Cardoso Oliveira. – Viçosa, MG, 2013.  
xiv, 71 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Rasmô Garcia.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Cordeiro - Alimentação e rações. 2. Farelo de mamona  
como ração. 3. Cana-de-açúcar - Silagem. 4. Ovino - Registros  
de desempenho. 5. Animais - Comportamento. 6. Ácidos graxos.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

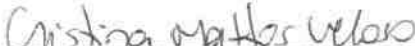
CDD 22. ed. 636.3085

**HELLENN CARDOSO OLIVEIRA**

**FARELO DE MAMONA DESTOXIFICADO NA DIETA DE  
CORDEIROS**

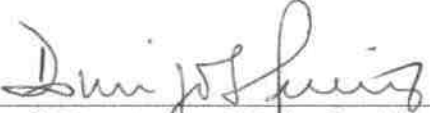
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.


APROVADA: 19 de junho de 2013

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Cristina Mattos Veloso

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Karina Guimarães Ribeiro

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Fernanda Cipriano Rocha

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Domingos Sávio Queiróz

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Rasmão Garcia  
(Orientador)

*"Cada um que passa em nossa vida, passa sozinho, pois cada pessoa é  
única, e nenhuma substitui outra.  
Cada um que passa em nossa vida, passa sozinho, mas não sai só, nem  
nos deixa só: leva um pouco de nós mesmos, deixam um pouco de si  
mesmo.*

*Há os que levam muito, mas não há os que não deixam nada.*

*Essa é a maior responsabilidade de nossa vida.*

*É a prova evidente que duas almas não se encontram por acaso."*

*Saint Exupéry*

*A Deus minha fortaleza, por sempre me abençoar, iluminar e guiar os meus caminhos.*

*Aos meus amados pais, Edimir Domingos de Oliveira e Marilene Cardoso Oliveira (meus alicerces) pelo amor, alegria, dedicação e pela forma exemplar que me criou, ensinando-me sempre seguir em frente, superando as dificuldades de forma íntegra e respeitando sempre ao próximo, na busca dos meus sonhos.*

*Aos meus irmãos Aline e Ueslei pelo apoio, ajuda, carinho e força que sempre me dedicaram.*

*As minhas amadas sobrinhas Beatriz, Débora e Izabel que irradiam felicidade e amor, me fazendo mais feliz a cada dia.*

*Aos meus avós Nenzinho, Lera, Carmelita (in memoriam), e Egídio pelo amor, carinho e por todos momentos maravilhosos que passamos juntos.*

*A meu cunhado Vitor (gordinho), por todo apoio, amizade, companheirismo e por toda ajuda dedicada (você é meu coorientador de coração).*

**Dedico**

*Ao professor Rasmô Garcia pela dedicação em todos os momentos, pela sincera amizade, atenção, compreensão e carinho. Admirado por ser um exemplo de profissional e ser humano.*

***Ofereço***

## AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre me abençoar e iluminar os meus caminhos.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realizar este curso.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por disponibilizar suas instalações para realização do experimento e pelo suporte imprescindível.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo e financiamento do projeto.

Ao professor Rasmão Garcia, pela orientação, confiança e ensinamentos que me foram passados, exemplo de profissionalismo e caráter.

Ao professor Aureliano José Vieira Pires pela co-orientação e aos ensinamentos que me foram passados. Agradeço também pelo apoio ao projeto disponibilizando seus bolsistas de Iniciação Científica para a condução das atividades.

Ao professor Odilon Gomes Pereira, pela co-orientação e disponibilidade sempre que necessário.

À professora Cristina, pelo apoio, carinho, amizade e atenção em todos os momentos.

Aos demais membros da banca, professora Karina, Fernanda e professor Domingos pelas sugestões na melhoria do trabalho.

Aos professores Robério Rodrigues Silva e Fabiano Ferreira, por disponibilizar as instalações para a condução do projeto, bem como pela amizade e disponibilidade em ajudar sempre que necessário.

Ao professor Jair de Araújo Marques (*in memória*), pela disponibilidade, alegria e apoio na avaliação da carcaça dos animais e por disponibilizar sua equipe para este trabalho.

Ao estagiário e amigo Carlinhos, pela ajuda de todas as horas na montagem e condução do experimento, pelas horas dedicadas as análises (muitas vezes à noite e finais de semana), pela disponibilidade, empenho, amizade e apoio dedicado.

A todos os estagiários (Aline, Sandro, Diego, Rodrigo, Renata) pela dedicação e apoio nas atividades do experimento e análises.

À Edileusa (Leu) pela ajuda indispensável nas análises de urina.

À Márcia pelas orientações e apoio nas análises de carne.

A Lucas, por disponibilizar a cana-de-açúcar para produção da silagem do experimento.

A todos os funcionários e amigos da UESB, que me ajudaram de alguma forma no experimento.

À minha irmã Aline, meu irmão Ueslei e meu cunhado Vitor (gordinho) pela ajuda incondicional na montagem e condução do experimento, pelo carinho, amizade, cuidado, apoio dedicado.

A Léo (Leleco), Dani, pelo carinho, amizade dedicada, alegria e pelo convívio prazeroso.

As minhas amigas e companheiras Andréia (Dea), Clau e Cris pela amizade, carinho, pelas conversas, conselhos, momentos de alegria, pelo convívio prazeroso, pelo apoio e por fazer meus momentos em Viçosa mais feliz.

Aos amigos Wender (Goianin) e Roger pela amizade, carinho, conversas, pelo apoio e pelos momentos de alegria.

À Daiane (Dadai) minha amiga e Zé do Laboratório pela ajuda, amizade e apoio.

Aos meus irmãos científicos e grandes amigos Cely e Chicão por toda amizade, carinho e apoio.

Aos meus companheiros de república Leandro, Evanete e Simone pela amizade, carinho, atenção dedicada e momentos de alegria.

Aos meus colegas da pós (Daiany, Jacque, Gilson, Andressa, Fran, Cássio Tadeu, Gustavo, Ivan, Thiagão, enfim todos...) pelos momentos de estudo e convívio prazeroso.

Aos funcionários do DZO/UFV, Raimundo, Mário, Monteiro, Fernando, Plinio e Wellington, pelo apoio durante as análises laboratoriais.

Aos funcionários do DZO/UFV, Fernanda e Venâncio pela eficiência e ajuda sempre que necessário.

Aos meus amados pais, que sempre me incentivaram e apoiaram.

As minhas sobrinhas (meus amores), pelos maravilhosos momentos de alegria e bagunça.

À Thiara minha prima e irmã, pelos conselhos, conversas, carinho e apoio.

À minha família pela torcida.

A todos que, de algum modo, contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

**Muito obrigada!!!!**

## **BIOGRAFIA**

HELLENN CARDOSO OLIVEIRA, filha de Edmir Domingos de Oliveira e Marilene Cardoso Oliveira, nasceu em Itapetinga, BA, em 14 de maio de 1982.

Em 2008, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

Em março de 2008, ingressou no Curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), área de concentração em Forragicultura e Pastagem, defendendo a dissertação em 24 de julho de 2009.

Em agosto de 2009 ingressou no Curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), área de concentração em Forragicultura e Pastagem, defendendo a tese em 19 de junho de 2013.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo 1 - Desempenho de cordeiros alimentados com farelo de mamona destoxificado em substituição ao farelo de soja no concentrado.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT. ....</b>	<b>8</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>10</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>18</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>27</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>28</b>
<b>Capítulo 2 - Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com farelo de mamona .....</b>	<b>31</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>31</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>32</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>33</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>34</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>40</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>46</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>47</b>
<b>Capítulo 3 - Composição química e de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com diferentes níveis de farelo de mamona destoxificado .....</b>	<b>49</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>49</b>
<b>ABSTRACT. ....</b>	<b>50</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>51</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>52</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>57</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>67</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>68</b>
<b>Conclusões Gerais.....</b>	<b>71</b>

## RESUMO

OLIVEIRA, Hellen Cardoso, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2013.  
**Farelo de mamona destoxificado na dieta de cordeiros.** Orientador: Rasmão Garcia, Co-Orientadores: Aureliano José Vieira Pires e Odilon Gomes Pereira.

Este trabalho foi elaborado a partir da condução de um experimento, o qual gerou informações que serão apresentadas na forma de três capítulos. Avaliou-se a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado, em quatro níveis, 0; 33; 67 e 100% (com base na matéria seca) no concentrado de cordeiros Santa Inês. **No primeiro capítulo**, descreveu-se o desempenho de 24 cordeiros da raça Santa Inês, com peso corporal médio de 18,5 kg e média de quatro meses de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, sendo estes os níveis de substituição (0; 33; 67 e 100%) do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado e seis repetições. O consumo de matéria seca (MS) (g/dia, % Peso Corporal (PC) e g/PC<sup>0,75</sup>), carboidratos totais (CT), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED) não foi influenciado pelos níveis de farelo de mamona, não sendo ajustado nenhum modelo aos dados. O consumo de fibra em detergente neutro (FDN) (g/dia, %PC e g/PC<sup>0,75</sup>) apresentou resposta linear crescente. Já para o de carboidratos não fibrosos (CNF) (g/dia) e extrato etéreo (EE), observou-se resposta linear decrescente. Não foi observado efeito dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona sobre o coeficiente de digestibilidade da MS, MO, PB, FDN, CT e CNF, exceto para o EE, que apresentou comportamento linear crescente. O peso corporal final, ganho médio diário e ganho de peso total apresentaram efeito linear decrescente com a inclusão dos níveis de farelo de mamona na dieta. Já para a conversão alimentar, verificou-se comportamento linear crescente. **No segundo capítulo**, relatou-se o comportamento ingestivo de ovinos da raça Santa Inês recebendo dietas com diferentes

níveis de farelo de mamona destoxificado no concentrado. Foram utilizados 24 ovinos, com peso corporal médio de 18,5 kg e quatro meses de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro níveis de farelo de mamona (0; 33; 67 e 100%) em substituição ao farelo de soja. O consumo de MS não foi afetado pela inclusão de farelo de mamona no concentrado. Já para o FDN, observou-se aumento. A atividade de alimentação não foi afetada com a inclusão de farelo de mamona. O tempo de ruminação aumentou, enquanto o de ócio reduziu com a inclusão de farelo de mamona. O tempo de alimentação, expresso em minutos por kg de MS e FDN, não foi influenciado pela inclusão de farelo de mamona na dieta, apresentando valores médios de 373,3 e 880,0 minutos por kg de MS e FDN, respectivamente. A ruminação, expressa em minutos por kg de FDN, não foi alterada. O número de mastigações e tempo gasto por cada bolo ruminado não foram alterados pela inclusão de farelo de mamona na dieta. Os períodos de alimentação, ruminação e ócio não diferiram com a inclusão dos níveis de farelo de mamona. A eficiência de alimentação, expressa em g de MS e FDN por hora, não foi influenciada pela inclusão de farelo de mamona na dieta. A eficiência de ruminação, expressa em g MS por hora, foi reduzida, enquanto a eficiência de ruminação, expressa em g FDN por hora não foi afetada. A adição de farelo de mamona não altera o tempo de alimentação e eficiência de alimentação de ovinos confinados. Porém, reduz a eficiência de ruminação e aumenta a ingestão de FDN em cada refeição e a ruminação da FDN. **No terceiro capítulo**, descreveu-se a composição química em ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas com diferentes níveis (0; 33; 67 e 100%) de farelo de mamona no concentrado. Foram utilizados 24 ovinos, com peso corporal médio 18,5 kg e média de quatro meses de idade, distribuídos em delineamento inteiramente

casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Não houve efeito da inclusão de farelo de mamona sobre as percentagens de umidade, cinza, proteína bruta e lipídeos totais do músculo *Longissimus* dos cordeiros. A inclusão de farelo de mamona no concentrado influenciou, de forma quadrática negativa, os ácidos graxos pentadecanóico (C15:00) e  $\alpha$ -linolênico (C18:03n3), apresentando ponto de mínima de 5,08 e 0,15% no nível de 53,47 e 54,16%, respectivamente. Já para o ácido oléico (C18:01n9), observou-se comportamento quadrático positivo, apresentando ponto de máxima de 51,05% no nível de 35,41% de farelo de mamona. Para os ácidos graxos docosanóico (C22:0) e  $\gamma$ -linolênico (C18:03n6), verificou-se comportamento linear decrescente. Os demais ácidos graxos não foram alterados pela adição de farelo de mamona. Os teores totais de ácidos graxos monoinsaturados foram influenciados, de forma quadrática positiva, pelos níveis de inclusão de farelo de mamona no concentrado, apresentando valor máximo de 51,63% para o nível de 40,43% de farelo de mamona.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Hellenn Cardoso, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June of 2013.  
**Detoxified castor bean meal in the diet of lambs.** Adviser: Rasmô Garcia, Co-advisers: Aureliano José Vieira Pires and Odilon Gomes Pereira.

This work was done from a experiment conducted, which provided information that will be presented as three chapters. The substitution of soybean meal by detoxified castor bean meal was evaluated in four levels, 0; 33; 37 and 100% (dry matter basis) in the concentrate of Santa Inês lambs. In the **first chapter**, it was described the performance of 24 Santa Inês breed lambs, with 18.5 kg mean body weight and four months mean age, distributed in a completely randomized design with four treatments, which were the substitution levels (0; 33; 67 and 100%) of soybean meal by detoxified castor bean meal and six repetitions. The intake of dry matter (DM) (g/day, body weight % (BW %) and  $g/BW^{0.75}$ ), total carbohydrates (TC), organic matter (OM), crude protein (CP), total digestible nutrients (TDN), metabolizable energy (ME) and digestible energy (DE) was not influenced by the levels of castor bean meal, with no model adjusted to the data. Neutral detergent fiber (NDF) intake (g/day, BW % and  $g/BW^{0.75}$ ) showed increasing linear response. For non fiber carbohydrates (NFC) (g/day) and ether extract (EE) intake, it was observed a decreasing linear response. There was no effect of the levels of substitution of soybean meal by detoxified castor bean meal on DM, OM, CP, NDF, TC and NFC digestibility coefficient, except for the EE, which presented increasing linear behavior. The final body weight, mean daily weight gain and total weight gain showed decreasing linear effect with the inclusion of the levels of castor bean meal in the diet. The feed conversion had increasing linear behavior. In the **second chapter**, the ingestive behavior of Santa Inês sheep receiving diets with different levels of detoxified castor bean meal in the concentrate was related. Twenty four lambs, with 18.5 kg mean body weight and four months of age were used. They were distributed in

a completely randomized design with four treatments and six repetitions. The treatments were constituted of four levels of castor bean meal (0; 33; 67 and 100%) in substitution to soybean meal. The DM intake was not affected by the castor bean meal in the concentrate. The NDF intake increased. Feeding activity was not affected by castor bean meal inclusion. The rumination time increased, while idle time reduced with the inclusion of castor bean meal. The feeding time, expressed in minutes per kg of DM and NDF, was not influenced by castor bean meal inclusion in the diet, showing mean values of 373.3 and 880.0 minutes per kg of DM and NDF, respectively. The rumination, expressed in minutes per kg of NDF, was not altered. The chewing number and the time spent per each ruminated bolus were not altered by castor bean meal inclusion in the diet. Feeding, rumination and idle periods did not differ with the inclusion of castor bean meal levels. Feeding efficiency, expressed in g of DM and NDF per hour, was not influenced by castor bean meal inclusion in the diet. Rumination efficiency, expressed in g of DM per hour, was reduced, while rumination efficiency, expressed in g of NDF per hour was not affected. The castor bean meal addition does not alter feeding time and feeding efficiency of confined sheep. However, it reduces rumination efficiency and increases NDF intake in each meal and NDF rumination. In the **third chapter**, the chemical composition in fatty acids of the *Longissimus dorsi* muscle of Santa Inês lambs fed diets with different castor bean meal levels (0; 33; 67 and 100%) in the concentrate was described. Twenty four lambs, with 18.5 kg mean body weight and four months of age were used, distributed in a completely randomized design with four treatments and six repetitions. There was no effect of castor bean meal inclusion on water, ash, crude protein and total lipids of the *Longissimus* muscle of the lambs. The inclusion of castor bean meal in the concentrate influenced, in a negative quadratic mode, the fatty acids pentadecanoic (C15:00) and  $\alpha$ -linolenic (C18:03n3),

showing minimum point of 5.08 and 0.15% at the level of 53.47 and 54.16%, respectively. For oleic acid (C18:01n9), a positive quadratic behavior was observed, showing maximum point of 51.05% at the level of 35.41% of castor bean meal. For the fatty acids docosanoic (C22:0) and  $\gamma$ -linolenic (C18:03n6), it was verified a decreasing linear behavior. The other fatty acids were not altered by castor bean meal addition. The total contents of monounsaturated fatty acids were influenced, in a positive quadratic mode, by the levels of inclusion of castor bean meal in the concentrate, showing maximum value of 51.63% for the level of 40.43% of castor bean meal.

## INTRODUÇÃO GERAL

A criação de ovinos vem apresentando crescimento em todas as regiões do Brasil, com destaque para a região Nordeste, que detém o maior rebanho do país (Anualpec, 2012). Porém, alguns entraves são encontrados, causando, muitas vezes, o insucesso da ovinocultura. Dentre essas limitações, a alimentação tem sido a principal causa, devido ao baixo índice de produção apresentado pelos animais na época seca, em consequência da baixa oferta qualitativa e quantitativa de forragem proveniente das pastagens nesse período, que compõem parte da dieta desses animais, fazendo com que os produtores coloquem no mercado carcaças de qualidade inferior, não suprindo a exigência do mercado atual.

Mudanças advindas da melhoria do poder aquisitivo, preocupação com saúde e bem estar, entre outros fatores, vêm contribuindo, de forma marcante, para que o consumidor se torne mais exigente na busca de produtos que atendam seus anseios (Luchiari Filho, 1998).

Dessa forma, uma alternativa viável para melhorar esse problema e atender essa alta exigência do mercado consumidor atual seria o confinamento desses animais, em que a carne de borregos terminados em confinamento com dietas balanceadas apresentam características organolépticas superiores daqueles terminados em pastagem, devido à redução da idade de abate. Além disso, agrega benefícios como diminuição da mortalidade, provocada por endo e ectoparasitas, que levam, também, ao aumento de gastos com medicamentos, maior eficiência da mão de obra, maior rotatividade do sistema durante o ano e padronização de carcaças (Susin & Mendes, 2007). No entanto, a maior desvantagem do confinamento se deve aos altos custos de produção, principalmente, relacionados a alimentos concentrados tradicionais (como milho e soja), que constitui um dos maiores gastos dos custos de produção nos sistemas intensivos,

tornando necessárias fontes alimentares alternativas de bom valor nutritivo e de baixo custo.

Em função da estacionalidade de produção de forragens, torna-se necessário utilizar forrageiras que possuem alta produção de matéria seca e de nutrientes por área, para que, desta forma, possa ser armazenada na forma de silagem para ser fornecida aos animais ao longo do ano em sistemas de confinamento. Atualmente, a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem tem atraído o interesse de pesquisadores e produtores, em função dos benefícios em logística e operacionalidade que esta técnica apresenta. Dessa forma, quando realizada a ensilagem da cana, os gastos com mão-de-obra concentram-se em apenas um período, o que aumenta as vantagens dessa cultura em relação às outras utilizadas para a ensilagem, as quais são colhidas no período chuvoso (Lopes et al., 2007).

No entanto, trabalhos recentes têm demonstrado que silagens produzidas exclusivamente de cana-de-açúcar são de baixa qualidade, acarretando rejeição, com conseqüente redução no consumo voluntário pelos animais e desempenho insatisfatório destes. Em função dessa limitação para a nutrição adequada dos ruminantes faz-se necessário a utilização de técnicas que venham propiciar melhoria na qualidade dos volumosos disponíveis, como a utilização de um aditivo no momento da ensilagem da cana-de-açúcar. Aditivos químicos como a cal (CaO) tem sido utilizada com o intuito de melhorar o padrão de fermentação e a conservação dessas silagens.

A utilização de alternativas para alimentação animal, principalmente em substituição ao concentrado protéico tradicional como o farelo de soja, tem tido destaque uma vez que o preço deste insumo tem onerado o custo com alimentação. Vários subprodutos ou resíduos da agroindústria, tais como o farelo de mamona, entre outros, apresenta-se como alternativa interessante, já que a produção dessa oleaginosa

tem sido incentivada pela política nacional, apresentando assim grande potencial para serem utilizados na alimentação de ruminantes, seja em substituição parcial ou total a algum componente da ração concentrada, uma vez que estes animais possuem a capacidade de utilizarem carboidratos estruturais como a celulose e a hemicelulose para a produção de energia. No entanto, estes alimentos não convencionais necessitam ser estudados na alimentação de ruminantes, pois, são capazes de converter subprodutos agrícolas e agroindustriais, em alimentos de alta qualidade ao homem (Oltjen e Beckett, 1996), além de reduzir os custos com a dieta. Esses estudos devem ser realizados objetivando determinar as melhores formas de utilização desses subprodutos uma vez que estes podem vir a representar eficiência do sistema produtivo.

No confinamento de ovinos, o farelo de mamona poderia ser substituído do farelo de soja como suplemento protéico na alimentação animal. Entretanto, apesar do potencial de utilização do farelo de mamona como alimento para animais, a presença da ricina (proteína altamente tóxica, que inativa especificamente e irreversivelmente os ribossomos eucarióticos), de um alcalóide tóxico (ricinina) e de complexos alergênicos (albuminas 2S), bem como a carência tecnológica que propicie a obtenção de um alimento seguro com preços competitivos, foram comumente apontados como principais fatores que impedem a sua adoção na alimentação animal (Severino, 2005).

A ricina é uma proteína solúvel encontrada principalmente no endosperma da mamona, não sendo detectada em outras partes da planta, como raízes, folhas e caules (Bandeira et al., 2004). Apesar da alta toxicidade da semente, o óleo de mamona não é tóxico, pois a ricina não é solúvel em lipídios, permanecendo todo o componente tóxico na torta ou no farelo (Gaillard & Pepin, 1999).

A ricinina está presente em todas as partes da mamoneira, é um alcalóide sintetizado ativamente em tecidos jovens, parecendo não ser uma toxina tão potente

como a ricina (Távora, 1982). De acordo com Moshkin (1986), o teor de ricinina varia muito entre as partes da planta: 1,3% na matéria seca das folhas, 2,5% em plântulas estioladas, 0,03% no endosperma da semente e 0,15 na casca da semente.

A fração alergênica é formada por um complexo de proteínas e polissacarídeos, denominado CB-1A, presente na semente, pólen e partes vegetativas da planta. Para o uso do farelo na alimentação animal, o CB- 1A não é limitante, pois sua alergenicidade só é danosa quando injetado ou absorvido pelo trato respiratório, o que só acontece se houver exposição a grandes quantidades do produto em ambiente pouco ventilado (Bandeira et al., 2004).

Dessa forma, pode-se considerar que a ricina é o principal fator limitante para o uso dos subprodutos da extração de óleo de sementes de mamona na alimentação animal (Anandan et al., 2005).

A destoxificação da torta de mamona para que esse subproduto possa ser usado na alimentação animal já vem sendo pesquisado há muito tempo, tendo-se obtido alguns resultados satisfatórios (Perrone et al., 1966). Apesar disso alguns passos tecnológicos ainda necessitem ser desenvolvidos para que o produto possa tornar-se economicamente viável.

Existem vários métodos para promover a destoxificação do farelo de mamona, usando processos físicos e químicos. Em pesquisa realizada na Índia por Anandan et al. (2005), comparou-se a eficácia de diferentes métodos físicos (autoclavagem, cozimento, aquecimento, fervura e embebição) e químicos (tratamento com hidróxido de cálcio, hidróxido de sódio, amônia, cloreto de sódio, formaldeído ou tanino) de destoxificação da ricina do farelo de mamona. Dos métodos avaliados, somente a autoclavagem (15 psi, 60 min.) e o tratamento com hidróxido de cálcio (40 g/kg de farelo de mamona) provocaram completa desnaturação da ricina. No entanto, Oliveira (2008), ao avaliar a

eficácia de destoxificação da ricina por meio do tratamento do farelo de mamona com hidróxido de cálcio (20, 40 ou 60 g/kg, diluído ou não em água), com óxido de cálcio (20, 40 ou 60 g/kg, diluído ou não em água) e com autoclave (15 psi, durante 30, 60 ou 90 minutos), verificou que a eficácia de destoxificação da ricina do farelo de mamona com autoclave em 15 psi durante 60 minutos ou com hidróxido de cálcio na dose de 40 g/kg de farelo, não se confirmou no presente estudo. Somente os tratamentos com autoclave em 15 psi durante 90 minutos e com hidróxido de cálcio ou óxido de cálcio, diluídos em água (1:10), na dose de 60 g/kg de farelo, apresentaram-se eficazes em desnaturar a ricina. Desta forma, constituem em procedimentos que poderão permitir a utilização do farelo de mamona na alimentação animal, sendo dependente de estudos sobre viabilidade operacional e econômica em escala industrial.

Assim, pesquisas com animais alimentados com este resíduo devem ser realizadas, uma vez que se constituem uma ferramenta importante no sentido de ampliar o conhecimento dessa fonte alternativa de alimentação, propiciando uma maior segurança para futuras recomendações de utilização de farelo de mamona nos sistemas intensivos de produção, além de ser uma alternativa ambientalmente correta.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado na dieta de cordeiros, avaliando o consumo, desempenho, digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, bem como, avaliar o perfil de ácidos graxos da carne de ovinos Santa Inês.

## LITERATURA CITADA

- ANUALPEC 2012: **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP- Consultoria e Agroinformativos, 2012, 378 pg.
- ANANDAN, A.; KUMAR, G. K. A.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K. S. 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.
- BANDEIRA, D.A.; CARTACHO, W.V.; SEVERINO, L.S. et al. Resíduo industrial da mamona como fonte alternativa na alimentação animal. In: I Congresso Brasileiro de Mamona, 2004. **Anais...** Campina Grande. Disponível em: [www.cnpa.embrapa.br](http://www.cnpa.embrapa.br).
- GAILLARD, Y.; PEPIN, G. Poisoning by plant material: review of human cases and analytical determination of main toxins by higher-performance liquid chromatography- (tandem) mass spectrometry. **Journal of Chromatography B**, v.733, p.181-229, 1999.
- LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de uréia e aditivos absorventes de umidade1. **Revista Brasileira de Zootecia**, v.36, n.4, p.1155-1161, 2007 (supl.)
- LUCHIARI FILHO, A. Perspectivas da bovinocultura de corte no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998, p.1-10.
- MOSHKIN, V.A. **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. 315p.
- OLIVEIRA, A.S. **Co-produtos da extração de óleos de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes**. Vicosa, 2008. 165p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Vicosa, 2008.
- OLTJEN, J.W., BECKETT, J.L. Role of ruminant livestock in sustainable agricultural systems. **Journal of Animal Science**, v.74, n.6, p.1406-1409, 1996.
- PERONE, J.C.; IACHAN, A.; DOMONT, G.B.; DISITZER, L.V.; CASTRO, V.R.O.; ROITMAN, R.; GOMES, S.M. **Contribuição ao estudo da torta de mamona**. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1966. 51p.
- SEVERINO, L.S. **O Que Sabemos sobre a Torta de Mamona**. Documento nº 134. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005, 31p.
- SUSIN, I.; MENDES, C.Q. Confinamento de cordeiros: uma visão crítica. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS DA EV-UFGM, 2, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CENEx, 2007. p.123-155.
- TÁVORA, F.J.A.F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará, 1982. 111p.

## CAPÍTULO 1

### **Desempenho de cordeiros alimentados com farelo de mamona destoxificado em substituição ao farelo de soja no concentrado**

**RESUMO** – Objetivou-se, com este experimento, avaliar o desempenho de cordeiros machos da raça Santa Inês, alimentados com dietas com quatro níveis de substituição (0; 33; 67 e 100%) do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado. Foram utilizados 24 ovinos, com peso corporal médio de 18,5 kg e média de quatro meses de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. O consumo de matéria seca (MS) (g/dia, % Peso Corporal (PC) e g/PC<sup>0,75</sup>), carboidratos totais (CT), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED) não foi influenciado pelos níveis de farelo de mamona, não sendo ajustado nenhum modelo aos dados. O consumo de fibra em detergente neutro (FDN) (g/dia, % PC e g/PC<sup>0,75</sup>) apresentou resposta linear crescente. Já para o de carboidratos não fibrosos (CNF) (g/dia) e extrato etéreo (EE), observou-se resposta linear decrescente. Não foi observado efeito dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona sobre o coeficiente de digestibilidade da MS, MO, PB, FDN, CT e CNF, exceto para o EE, que apresentou comportamento linear crescente. O peso corporal final, ganho médio diário e o ganho de peso total apresentaram efeito linear decrescente com a inclusão dos níveis de farelo de mamona na dieta. Já para a conversão alimentar, verificou-se comportamento linear crescente. A inclusão de farelo de mamona destoxificado no concentrado não afeta a digestibilidade dos nutrientes, no entanto, prejudica o desempenho dos animais.

Palavras-chave: cana-de-açúcar; digestibilidade; ovinos; *Ricinus communis*; silagem subproduto do biodiesel

## **Performance of lambs fed detoxified castor bean meal in substitution to soybean meal in the concentrate**

**ABSTRACT** – The aim, with this experiment, was to evaluate the performance of male lambs of Santa Inês breed fed diets with four substitution levels (0; 33; 67 and 100%) of soybean meal by detoxified castor bean meal. Twenty four lambs, with 18.5 kg mean body weight and four months mean age, were distributed in a completely randomized design with four treatments and six repetitions. The intake of dry matter (DM) (g/day, body weight % (BW %) and  $g/BW^{0.75}$ ), total carbohydrates (TC), organic matter (OM), crude protein (CP), total digestible nutrients (TDN), metabolizable energy (ME) and digestible energy (DE) was not influenced by the levels of castor bean meal, with no model adjusted to the data. Neutral detergent fiber (NDF) intake (g/day, BW % and  $g/BW^{0.75}$ ) showed increasing linear response. For non fiber carbohydrates (NFC) (g/day) and ether extract (EE) intake, it was observed a decreasing linear response. There was no effect of the levels of substitution of soybean meal by castor bean meal on DM, OM, CP, NDF, TC and NFC digestibility coefficient, except for the EE, which presented increasing linear behavior. The final body weight, mean daily weight gain and total weight gain showed decreasing linear effect with the inclusion of the levels of castor bean meal in the diet. The feed conversion had increasing linear behavior. The inclusion of detoxified castor bean meal in the concentrate does not affect nutrients digestibility. However, it impairs animals performance.

Key words: biodiesel byproduct; digestibility; *Ricinus communis*; sheep; silage; sugar cane

## Introdução

O confinamento de ovinos tem despertado o interesse na intensificação do sistema de produção por reduzir as perdas de animais jovens por deficiências nutricionais e infestações parasitárias, manter a regularidade da oferta de carne e peles durante o ano e obter retorno mais rápido do capital investido por meio da redução da idade ao abate (Medeiros et al., 2007).

No entanto, a maior desvantagem do confinamento encontra-se no alto custo de produção, principalmente relacionado à alimentação concentrada, que se constitui em um dos maiores gastos nos sistemas intensivos, tornando necessária a busca por alimentos alternativos de bom valor nutritivo e de baixo custo, como os subprodutos da agroindústria, representando, dessa forma, uma possível maneira de minimizar os gastos com alimentação.

Existe grande interesse no aproveitamento de subprodutos originados da agroindústria na alimentação animal, principalmente na inclusão em rações concentradas, podendo suprir as exigências nutricionais e aproveitando a capacidade dos ruminantes de transformar resíduos vegetais em nutrientes para a sua utilização.

Atualmente, a busca por fontes renováveis alternativas de petróleo coloca os biocombustíveis em destaque no cenário econômico mundial, por serem eles uma das opções ecologicamente corretas na preservação ambiental. Assim, com a crescente valorização da utilização de fontes renováveis de energia, a utilização de produtos agroindustriais, como a mamona, tem gerado uma grande produção de resíduos na forma de farelo, entre outros, passíveis de serem aproveitados na nutrição animal.

Neste sentido, surge a opção de se utilizar o farelo de mamona, que contém de 39 a 43% de proteína bruta, segundo Abdalla et al. (2008), como uma substituta do farelo de soja como suplemento protéico na alimentação animal. Entretanto, apesar do

potencial de utilização do farelo de mamona como alimento para animais, a sua utilização é restringida devido à presença dos fatores antinutricionais ricina, ricinina e complexo alergênico CB-1A (Aslani et al., 2007). Estes fatores podem ser inativados pelos processos de destoxificação, tornando o farelo de mamona um potencial substituto de alimentos protéicos tradicionais. Assim, é de suma importância estabelecer qual é o melhor nível de inclusão do farelo de mamona, após o processo de destoxificação, na dietas de ovinos em confinamento sem o comprometimento do desempenho.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar a influência da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado sobre o desempenho produtivo de cordeiros machos da raça Santa Inês.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Laboratório Experimental de Bovinos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, localizada no município de Itapetinga, BA. Foram utilizados 24 ovinos machos inteiros da raça Santa Inês, com peso corporal médio de 18,5 kg e, em média, quatro meses de idade. Posteriormente, os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Antes do início do experimento, os animais foram vermifugados e receberam suplementação de vitaminas A, D e E injetável, por via subcutânea, e foram mantidos em baias individuais, dotadas de comedouro e bebedouro, com área de 1,5 m<sup>2</sup>, dispostas em área coberta.

Foram avaliados quatro níveis de substituição (0, 33, 67 e 100%) do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado, tendo a silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,5% de cal micro pulverizada (CaO) na matéria natural como volumoso. Os

animais foram submetidos a um período de 99 dias de confinamento, sendo 15 para adaptação e 84 dias de período experimental (três períodos de 28 dias cada).

Para produção da silagem, foi utilizada a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*), a qual foi cortada manualmente e determinado o valor do grau Brix por refratômetro, apresentando valor médio de 21°. Posteriormente, o material foi picado em partículas de, aproximadamente, 2 cm, em máquina ensiladora acoplada a um trator. A cal micro pulverizada foi adicionada logo após o corte da cana-de-açúcar e seu fracionamento na ensiladora, sendo a proporção de 0,5% com base na matéria natural.

O farelo de mamona utilizado foi adquirido de agroindústria da região metropolitana de Salvador-BA, sendo este destoxificado previamente com a utilização de solução de cal micro pulverizada, sendo cada kg diluído em 10 litros de água, e aplicado na quantidade de 60 gramas de cal por kg de farelo de mamona, na base da matéria natural, conforme recomendado por Oliveira et al. (2007). Após a mistura do farelo com a solução de cal, o material permaneceu em repouso por um período de doze horas (uma noite), sendo, logo após, seco em área de cimento coberto por lona. O tempo de secagem variou com as condições climáticas, sendo de, aproximadamente, 48 a 72 horas.

Os animais foram alimentados com uma dieta contendo 60% de silagem de cana-de-açúcar e 40% de concentrado, com base na matéria seca. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas e proporcionar ganho de 250 g/dia, segundo o NRC (2007). As quatro dietas consistiram de quatro níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado: 0; 33; 67 e 100%. A uréia foi utilizada para ajustar o teor de proteína bruta das dietas em razão das diferenças no teor de PB dos alimentos protéicos (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual das dietas experimentais, com base na matéria seca (MS)

Ingrediente	Nível de farelo de mamona (% MS)			
	0	33	67	100
Silagem de cana-de-açúcar	60,00	60,00	60,00	60,00
Milho	16,99	17,36	16,77	16,32
Farelo de soja	21,43	13,60	6,92	0,00
Farelo de mamona	0,00	7,05	14,12	20,91
Uréia	0,62	1,03	1,28	1,81
Mistura mineral	0,59	0,58	0,58	0,57
Fosfato monomônico	0,37	0,38	0,34	0,38

A composição química da silagem, do farelo de mamona e das dietas foi determinada conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002) e está descrita na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição química do farelo de mamona (FM), da silagem de cana-de-açúcar, dos concentrados e das dietas experimentais, com base na matéria seca

Composição (%)	FM	Silagem	Nível de farelo de mamona (% MS)			
			0	33	67	100
Matéria seca	80,60	25,71	88,85	87,71	87,96	88,17
Matéria orgânica	86,55	91,18	93,97	92,73	91,62	90,98
Proteína bruta	33,73	2,96	33,95	34,64	33,60	33,62
Proteína insolúvel em detergente neutro (%PB)	10,19	20,21	3,67	4,63	5,23	5,59
Proteína insolúvel em detergente ácido (%PB)	6,42	13,20	2,11	2,55	3,31	3,50
Extrato etéreo <sup>1</sup>	0,52	1,38	2,42	2,38	1,80	1,57
Cinzas <sup>1</sup>	13,45	8,82	6,03	7,27	8,38	9,02
Carboidratos totais <sup>1</sup>	50,72	86,84	57,60	55,71	56,22	55,79
Fibra em detergente neutro (FDN) <sup>1</sup>	39,50	64,13	18,59	24,10	29,32	32,09
FDN <sub>cp</sub> <sup>1*</sup>	30,10	61,76	14,47	18,89	23,42	25,34
Fibra em detergente ácido	28,20	50,88	8,19	14,50	16,15	20,57
Lignina <sup>1</sup>	7,00	8,52	1,90	7,61	12,53	16,25
Carboidratos não-fibrosos <sub>cp</sub> <sup>1</sup>	20,62	25,08	43,14	36,82	32,80	30,45
Nutrientes digestíveis totais estimados <sup>2</sup>	56,43	56,59	78,48	69,90	61,80	57,21
Energia digestível (Mcal) <sup>3</sup>	2,74	2,40	3,73	3,37	3,01	2,81
Energia metabolizável (Mcal) <sup>3</sup>	2,31	1,97	3,32	2,95	2,58	2,38
Fibra em detergente neutro indigestível <sup>1</sup>	32,38	33,75	0,41	6,69	11,50	15,97
Celulose	22,01	39,80	6,70	12,45	12,17	13,70
<b>Constituintes da dieta (%)</b>						
Matéria seca			50,97	50,51	50,61	50,70
Matéria orgânica			92,30	91,80	91,35	91,10
Proteína bruta			15,36	15,63	15,22	15,22
Proteína insolúvel em detergente neutro (%PB)			13,60	13,98	14,22	14,36
Proteína insolúvel em detergente ácido (%PB)			8,76	8,94	9,25	9,32
Extrato etéreo <sup>1</sup>			1,79	1,78	1,55	1,46
Cinzas <sup>1</sup>			7,70	8,20	8,65	8,90
Carboidratos totais <sup>1</sup>			75,14	74,38	74,59	74,42
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>			45,92	48,12	50,21	51,32
FDN <sub>cp</sub> <sup>1</sup>			42,84	44,61	46,42	47,19
Fibra em detergente ácido			33,80	36,33	36,99	38,75
Lignina <sup>1</sup>			5,87	8,15	10,12	11,61
Carboidratos não-fibrosos <sup>1</sup>			32,30	29,77	28,16	27,22
Nutrientes digestíveis totais estimados <sup>2</sup>			65,33	61,68	58,09	55,87
Energia digestível (Mcal)			2,93	2,78	2,62	2,53
Energia metabolizável (Mcal)			2,51	2,35	2,19	2,09
Fibra em detergente neutro indigestível <sup>1</sup>			20,41	22,92	24,85	26,64
Celulose			26,56	28,86	28,75	29,36

<sup>1</sup>% MS; <sup>2</sup>Estimado segundo o NRC (2001); <sup>3</sup>Calculados segundo o NRC (1989).

\*FDN<sub>cp</sub>= Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína.

Os animais receberam alimentação fornecida duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas, na forma de ração completa, sendo ajustada, diariamente, em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 10%. Diariamente, foram feitas pesagem e amostragem da quantidade de dieta fornecida e das sobras de cada animal, sendo essas amostras acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer. As amostras foram devidamente processadas, acondicionadas e transportadas para o Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde, nos Laboratórios de Forragicultura e de Nutrição Animal, foram analisadas, conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os animais foram pesados ao início e no final do experimento, com pesagens precedidas por jejum alimentar de 16 horas. O desempenho animal foi determinado pela diferença entre o peso corporal inicial e o peso corporal final, dividido pelo período experimental em dias. A conversão alimentar foi determinada em função do consumo e do desempenho animal.

Na determinação da digestibilidade, foi utilizada a LIPE<sup>®</sup> (lignina isolada, purificada e enriquecida do *Eucalyptus grandis*) como indicador, fornecida em cápsula diretamente no esôfago do animal, a partir do 45º dia do período experimental, durante sete dias consecutivos, para estimar a produção fecal. A partir do quarto dia do fornecimento (48º dia do período experimental), foram coletadas amostras de fezes dos animais, diretamente da ampola retal, em horários alternados, sendo às 16 horas do 48º dia, às 14 horas do dia seguinte, às 12 horas do 50º dia, e às 10 horas do 51º, sendo este o último dia de coleta. As fezes foram acondicionadas em recipientes de alumínio e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60 °C, durante o período de 72 horas (Silva & Queiroz, 2002). Posteriormente, foram moídas em moinho com peneira de malha de

1 mm, agrupadas de forma proporcional, constituindo-se amostras compostas de cada animal, e armazenadas para posteriores análises.

Uma parte de cada amostra composta (cerca de 10 g) de fezes foi enviada à Universidade Federal de Minas Gerais para análise da LIPE<sup>®</sup>, a partir de dois métodos de leitura, conforme descrito por Saliba & Araújo (2005), de forma a se estimar, posteriormente, a produção de matéria seca (MS) fecal dos animais.

Para estimativa do consumo voluntário de volumoso, foi utilizado o indicador interno FDN indigestível (FDNi), obtido após incubação ruminal por 240 horas (Casali et al., 2008), de 0,5 g de amostras de alimentos, sobras e fezes, utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT), gramatura 100 (100 g.m<sup>2</sup>), 5 x 5 cm. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro, para determinação da FDNi.

O consumo de MS (CMS) de volumoso foi calculado da seguinte forma:

$$CMS (kg/dia) = \frac{(EF \times CIF)}{CIV}$$

em que:

EF = excreção fecal (kg/dia), obtida utilizando-se a LIPE<sup>®</sup>;

CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg) e;

CIV = concentração do indicador no volumoso (kg/kg).

O consumo de MS de concentrado foi estimado com a utilização do indicador óxido crômico, o qual foi fornecido na quantidade de 5 g por animal/dia, misturado ao

concentrado, dividido em duas vezes, durante treze dias, a partir do 39º dia do período experimental. As fezes foram coletadas do 48º ao 51º dia, diretamente da ampola retal, pré-secas, moídas e compostas, conforme relatado anteriormente.

A determinação da concentração de cromo foi feita por meio de digestão ácida, com ácido nítrico e perclórico (Método INCT-CA M-005/1), seguida de filtração para obtenção da solução em balão volumétrico, completando o volume para 50 mL. Posteriormente, foi feita a transferência de uma alíquota da solução para potes de polietileno. A leitura foi efetuada em espectrofotômetro de absorção atômica utilizando lâmpada de cátodo oco para cromo (comprimento de onda de 357,9 nm) e chama de acetileno e óxido nítrico, no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, seguindo procedimentos descritos por Souza et al. (2012).

As análises dos teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), nas amostras de alimentos, sobras e fezes, foram realizadas segundo Silva & Queiroz (2002). O teor de matéria orgânica (MO) foi estimado subtraindo-se o teor de cinzas do valor de MS. As análises de fibra insolúvel em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991) foram feitas em autoclave, conforme Pell e Schofield (1993).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$ .

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), em que:  $CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinza)$ .

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando FDN e CNF corrigidos para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$\text{NDT (\%)} = \text{PBD} + \text{FDNcpD} + \text{CNFcpD} + (2,25 * \text{EED}).$$

em que:

PBD = PB digestível;

FDNcpD= FDNcp digestível;

CNFcpD= CNFcp digestíveis e;

EED= EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Posteriormente, transformou-se o NDT em energia digestível (ED), por meio da equação  $ED = (\text{NDT}/100) \times 4,409$ , e a ED em energia metabolizável (EM), pela equação  $EM = ED \times 0,82$ , segundo o NRC (1989).

A determinação dos coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDNcp, CT e CNFcp foi feita a partir da seguinte fórmula:  $[(\text{Consumo do nutriente em gramas} - \text{quantidade em gramas do nutriente nas fezes})/\text{Consumo do nutriente em gramas}] \times 100$  (Silva & Leão, 1979).

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (SAEG, 2000). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) e a significância observada dos coeficientes de regressão, por meio do teste F, em nível de 0,05 de probabilidade.

## Resultados e Discussão

O consumo de fibra em detergente neutro (FDN) (g/dia, %PC e g/PC<sup>0,75</sup>) apresentou resposta linear crescente ( $P < 0,05$ ). Já para o consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) e extrato etéreo (EE), observou-se resposta linear decrescente ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). O consumo dos demais nutrientes não foi influenciado pela inclusão de farelo de mamona.

A inclusão de farelo de mamona não alterou o consumo de MS, apresentando valor médio de 884,0 g/dia, valor este, inferior ao recomendado pelo NRC (2007), para ovinos desta categoria, que é de 1,05 kg de MS animal/dia.

O consumo de MS obtido neste trabalho encontra-se próximo ao de Furtado et al. (2012), que trabalharam com diferentes métodos de destoxificação da torta de mamona para ovinos e obtiveram consumo médio para o tratamento com calcário calcítico de 839,5 g/dia. Pompeu (2009), ao estudar a influência de quatro níveis (0; 33; 67 e 100%) de substituição do farelo de soja pela torta de mamona destoxificada em dietas para ovinos alimentados com feno de capim-tifton-85, observou comportamento linear decrescente para o consumo de MS, constatando valores de 970,5; 864,7; 864,4 e 757,9, respectivamente, valores estes semelhantes ao encontrado no presente estudo. Vieira (2009), utilizando níveis de substituição de 0, 50, 75 e 100% de farelo de soja por farelo de mamona, na dieta de ovinos, não encontraram diferença no consumo de MS, apresentando consumo médio de 1.113,3 g/dia, sendo esse valor superior ao encontrado nesse trabalho. Esse maior consumo no trabalho citado pode ser explicado, pela melhor qualidade do volumoso (feno de capim-elefante), fornecido aos animais.

Tabela 3 - Consumo de matéria seca (MS), carboidrato total (CT), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp), carboidrato não fibroso (CNF), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farelo de mamona no concentrado

Item	Nível de farelo de mamona (%MS)				CV (%)	Equação de regressão	r <sup>2</sup>	L	Valores P	
	0	33	67	100					Q	C
MS (g/dia)	892,4	910,3	874,9	858,5	13,93	$\hat{Y} = 884,0$	-	0,226	0,503	0,529
MS (%PC)	3,54	3,72	3,82	3,78	7,41	$\hat{Y} = 3,71$	-	0,110	0,340	0,930
MS (g/PC <sup>0,75</sup> )	79,16	82,59	83,43	82,46	8,25	$\hat{Y} = 81,91$	-	0,395	0,433	0,950
CT (kg/dia)	0,637	0,648	0,634	0,628	13,85	$\hat{Y} = 0,636$	-	0,805	0,819	0,849
FDNcp (kg/dia)	0,338	0,379	0,391	0,400	15,27	$\hat{Y} = 0,34741 + 0,00059x$	0,88	0,000	0,190	0,603
FDNcp (%PC)	1,34	1,54	1,70	1,76	8,12	$\hat{Y} = 1,37203 + 0,00429x$	0,95	0,000	0,183	0,817
FDNcp (g/PC <sup>0,75</sup> )	29,98	34,29	37,22	38,41	9,37	$\hat{Y} = 30,7421 + 0,08465x$	0,94	0,000	0,258	0,950
CNF (kg/dia)	0,329	0,305	0,278	0,265	11,79	$\hat{Y} = 0,32726 - 0,65749x$	0,97	0,002	0,686	0,769
MO (kg/dia)	0,817	0,828	0,791	0,779	14,22	$\hat{Y} = 0,803$	-	0,496	0,819	0,738
PB (kg/dia)	0,163	0,163	0,143	0,138	20,06	$\hat{Y} = 0,151$	-	0,532	0,532	0,532
EE (kg/dia)	0,017	0,018	0,014	0,013	13,96	$\hat{Y} = 0,01764 - 0,04515x$	0,77	0,001	0,386	0,074
NDT (kg/dia)	0,636	0,652	0,611	0,594	19,31	$\hat{Y} = 0,623$	-	0,462	0,747	0,722
ED (Mcal/dia)	2,81	2,88	2,70	2,63	19,31	$\hat{Y} = 2,754$	-	0,462	0,747	0,722
EM (Mcal/dia)	2,31	2,36	2,22	2,15	19,31	$\hat{Y} = 2,258$	-	0,462	0,747	0,722

O consumo de MS exerce grande influência na nutrição de ruminantes, uma vez que determina o nível de nutrientes ingeridos pelo animal e, conseqüentemente, o seu desempenho. Tem sido proposto que o consumo voluntário seja regulado por três mecanismos: o fisiológico, em que a regulação é dada pelo balanço nutricional; o físico, relacionado com a capacidade do animal de distensão do rúmen; e ao mecanismo psicogênico, que envolve a resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente, que não são relacionados ao valor energético do alimento, nem ao efeito de enchimento (Mertens, 1992).

Os consumos de CT e PB não foram influenciados pela inclusão dos níveis de farelo de mamona ( $P>0,05$ ), verificando-se valor médio de 0,636 e 0,151 kg/dia, respectivamente (Tabela 3). Esses resultados refletem o observado para o consumo de MS, já que as dietas apresentavam valores de CT semelhantes, 75,14; 74,38; 74,59 e 74,42% para os níveis testados, respectivamente. O consumo semelhante de PB entre os tratamentos era esperado, uma vez que as dietas foram formuladas na tentativa de serem isoprotéicas, e não houve diferença no consumo de MS, acarretando em ingestão semelhante de PB. O consumo médio de PB obtido é próximo ao recomendado pelo NRC (2007) de 0,145 kg/dia de PB.

Pompeu (2009) observou consumo de PB, por ovinos de 135,0; 134,9 e 119,2 g/dia nos níveis de inclusão de farelo de mamona de 33; 67 e 100%, respectivamente. Furtado et al. (2012) encontraram consumo de PB de 103,4 g/dia para ovinos alimentados com farelo de mamona tratado com calcário calcítico, ficando esses valores abaixo do encontrado nesse trabalho.

A inclusão de farelo de mamona influenciou ( $P<0,05$ ) o consumo de FDN de forma linear crescente, observando aumento de 0,0006 % para cada unidade de farelo de mamona adicionada. Esse resultado pode ser justificado devido à elevação do teor de

FDN da dieta (Tabela 2) com a inclusão de farelo de mamona, o qual possui elevada quantidade de FDN (39,50%). O consumo de FDN em % PC aumentou de 1,33 para 1,76% PC, para os níveis de substituição de 0,0 a 100% de farelo de mamona, respectivamente. Esses consumos são superiores ao 1,2 % sugerido por Mertens (1994) como sendo o valor a partir do qual o consumo será limitado pelo enchimento físico do rúmen, e, abaixo deste, quando o consumo será limitado pela densidade energética da dieta. O autor relatou que esse limite pode ser ultrapassado por animais alimentados com rações contendo baixa densidade energética, na tentativa de compensar a limitação energética da dieta. Esse comportamento possivelmente pode ser explicado, também, pelo fato desta estimativa ter sido obtida em estudos realizados com forrageiras cultivadas em regiões temperadas, podendo não representar especificamente o comportamento de ruminantes alimentados com forrageiras tropicais. Outra explicação para o alto consumo de FDN dos animais alimentados com farelo de mamona foi comentada por Oliveira (2008), que explica que o farelo de mamona não tratado com cal apresenta alta fração indigestível da FDN (em média, 66% da FDN), devido ao elevado teor de cutina, e que o tratamento do farelo de mamona com cal não tem efeito sobre essa fração; no entanto, aumentou em 7% a taxa de degradação ruminal (kd) da FDN potencialmente digestível.

Pompeu (2009), trabalhando com ovinos alimentados com dietas contendo teor de FDN de aproximadamente 52%, verificou consumo médio de FDN superior a 1,7% PV. Já Oliveira (2011), estudando a inclusão de farelo de mamona na ensilagem de cana-de-açúcar, nos níveis de 7; 14 e 21%, encontrou consumo de FDN de 1,2; 1,4 e 1,3 % PV, respectivamente.

Verificou-se efeito ( $P < 0,05$ ) da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona para o consumo de EE, constatando-se comportamento linear decrescente,

sendo que, para cada unidade de farelo de mamona adicionado, estimou-se decréscimo de 0,04% no consumo de EE (Tabela 3). Esse padrão de resposta já era esperado devido ao menor teor de EE do farelo de mamona, quando comparado ao farelo de soja, reduzindo assim os teores dos mesmos na dieta (Tabela 2). O consumo máximo de EE estimado foi de 18 g/dia, representando 1,97% da dieta total ingerida, valor esse bem abaixo do limite máximo estabelecido para ruminantes, que é de 6% da dieta, acima do qual induziria à diminuição da digestão da fibra devido à intoxicação dos microrganismos ruminais fibrolíticos (Van Soest, 1994). Dessa forma, não houve efeito negativo sobre o consumo de nutrientes, seja por mecanismos regulatórios que controlam o consumo de alimentos, ou pela capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos ou, até mesmo, o efeito físico pelo recobrimento das partículas alimentares com gordura, com conseqüente redução do contato destas com agentes de digestão (Palmquist e Mattos, 2006).

Silva et al. (2011) estudaram a substituição do farelo de soja por farelo de mamona no concentrado, em dietas para ovinos, verificando-se aumento do consumo de EE. Esse resultado difere do comportamento dos dados do presente estudo, o que é explicado pela diferença no teor de EE do farelo de mamona utilizado, que nesse trabalho foi de 0,52% (Tabela 2), e 10,29 % na pesquisa citada anteriormente.

A inclusão de farelo de mamona reduziu ( $P < 0,05$ ) a ingestão de CNF. Para cada unidade de farelo de mamona adicionada, observou-se redução de 0,66 unidade percentual. Os valores médios de consumo de CNF apresentados foram de 0,329 e 0,265 kg/dia para os níveis de 0 e 100% de inclusão do farelo de mamona, respectivamente. Esse padrão de resposta deve-se à diminuição do teor de CNF das dietas com a inclusão de farelo de mamona (Tabela 2).

Apesar dos teores estimados de NDT das dietas diminuírem com a inclusão do farelo de mamona devido, provavelmente, ao aumento dos teores de FDN e FDA da dieta (Tabela 2), não foi constatado efeito ( $P>0,05$ ) sobre o consumo de NDT, apresentando valor médio de 0,623 kg/dia. Esse resultado pode ser explicado pelo padrão de resposta do consumo de MS e dos coeficientes de digestibilidade das dietas, que não diferiram entre si, com a inclusão do farelo de mamona (Tabelas 3 e 4). O consumo de NDT médio das dietas ficou acima do consumo diário de NDT, de 0,580 kg/dia preconizado pelo NRC (2007) para essa categoria de animais, atendendo, assim, a exigência dos animais.

Não foi verificado efeito ( $P>0,05$ ) sobre a ingestão diária de energia digestível e metabolizável, estimando-se valores médios de 2,75 e 2,25 Mcal/dia, respectivamente. Todas as dietas supriram a demanda energética estabelecida pelo NRC (2007) para ovinos, já que as exigências de energia digestível e energia metabolizável são de 2,44 e 2,02 Mcal/dia, respectivamente.

Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona sobre o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF), exceto para o extrato etéreo (EE), que apresentou comportamento linear crescente ( $P<0,05$ ). Sendo que, para cada unidade de farelo de mamona adicionado, verificou-se um aumento de 0,039 unidade percentual no coeficiente de digestibilidade do EE (Tabela 4).

Tabela 4 - Coeficiente de digestibilidade (CD) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp), carboidrato total (CT) e carboidratos não fibrosos corrigido para cinza e proteína (CNFcp) de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona

CD (%)	Nível de farelo de mamona (% MS)				CV (%)	Equação de regressão	r <sup>2</sup>	Valores P		
	0	33	67	100				L	Q	C
MS	75,43	75,34	75,31	74,43	5,15	$\hat{Y} = 75,12$	-	0,673	0,804	0,898
MO	77,20	77,58	76,95	70,50	9,80	$\hat{Y} = 75,56$	-	0,141	0,272	0,726
PB	78,64	78,81	78,38	81,22	5,92	$\hat{Y} = 79,26$	-	0,405	0,493	0,657
EE	80,60	83,50	84,52	84,69	3,47	$\hat{Y} = 81,3350 + 0,03986x$	0,89	0,021	0,261	0,847
FDNcp	51,03	52,64	56,83	55,47	15,89	$\hat{Y} = 53,99$	-	0,277	0,676	0,610
CT	74,48	74,97	74,07	72,07	5,47	$\hat{Y} = 73,89$	-	0,283	0,461	0,921
CNFcp	93,68	93,86	94,26	92,97	2,97	$\hat{Y} = 93,69$	-	0,739	0,524	0,710

Estes resultados assemelham-se aos de Oliveira et al. (2010), que também não observaram efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona sobre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, exceto para o do extrato etéreo. Os autores relatam que essa ausência de efeito pode ser explicada devido à alta taxa de degradação da FDN potencialmente digestível e, principalmente, a baixa contribuição da FDNcp do farelo de mamona para a FDNcp da dieta (média de 17,2%). Isso pode ter ocorrido no presente estudo, já que a contribuição da FDNcp do farelo de mamona na dieta foi de 4,4 unidades percentuais do nível 0 para o 100% de farelo de mamona.

Resultados de coeficiente de digestibilidade da FDN de dietas totais para ovinos alimentados com farelo de mamona, obtidos por Silva et al. (2011) e Oliveira et al. (2010) (54,93 e 49,75%), respectivamente, corroboram os encontrados no presente estudo (53,99 %).

Oliveira et al. (2010) também observaram aumento do coeficiente de digestibilidade do EE com a inclusão do farelo de mamona. Este resultado possivelmente pode estar relacionado à maior quantidade de ácidos graxos polinsaturados no farelo de mamona em relação ao farelo de soja, explicando, também, dessa forma, o resultado do presente trabalho.

O peso corporal final, ganho médio diário e ganho de peso total apresentaram efeito ( $P < 0,05$ ) linear decrescente com a inclusão dos níveis de farelo de mamona na dieta. Já para a conversão alimentar, verificou-se comportamento linear crescente (Tabela 5).

Tabela 5 – Peso corporal inicial (PCI), peso corporal final (PCF), ganho médio diário (GMD), ganho de peso total (GPT), expresso em kg e conversão alimentar (CA) em kg de MS/kg GMD de ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona

Item	Nível de farelo de mamona (% MS)				CV (%)	Equação de regressão	$r^2$	Valores P		
	0	33	66	100				L	Q	C
PCI	19,28	18,42	17,32	18,28	14,8	$\hat{Y} = 18,32$	-	0,570	0,573	0,885
PCF	31,20	30,42	28,60	27,04	12,7	$\hat{Y} = 31,4586 - 0,0428x$	0,98	0,049	0,978	0,991
GMD	0,120	0,121	0,114	0,088	22,5	$\hat{Y} = 0,12644 - 0,0003x$	0,78	0,036	0,213	0,826
GPT	11,92	12,00	11,28	8,76	22,5	$\hat{Y} = 12,5190 - 0,0305x$	0,75	0,036	0,213	0,985
CA	7,59	7,61	7,71	10,28	16,4	$\hat{Y} = 7,0703 + 0,0245x$	0,95	0,004	0,034	0,344

O GMD dos animais foi reduzido ( $P < 0,05$ ) de 120 para 88 g/dia com a inclusão de farelo de mamona na dieta, respectivamente, para os níveis de 0 e 100% de inclusão. A redução do GMD com o aumento dos níveis de farelo de mamona deveu-se, provavelmente, ao aumento no teor de fibra em detergente neutro indigestível - FDNi (Tabela 2), reduzindo dessa forma, a qualidade da dieta fornecida. Esse desempenho inferior dos animais do presente trabalho pode ser justificado, pelo baixo consumo de MS (884,0 g/dia), ficando abaixo de 1,05 kg/dia, estabelecido pelo NRC (2007) para ovinos dessa categoria.

Pompeu et al. (2012), trabalhando com os mesmos níveis de substituição (0; 33; 67 e 100 %) de farelo de soja por farelo de mamona destoxificado para borregos, observaram diminuição do GMD (197; 160; 155 e 130 g/dia), respectivamente, corroborando com o comportamento dos resultados do presente estudo. Já Candido et al. (2008), avaliando quatro níveis de substituição (0, 50, 75 e 100%) de farelo de soja por farelo de mamona destoxificado, não encontraram diferença no GMD, apresentando

valor médio de 192 g/dia. O GMD encontrado nesses trabalhos foi superior ao do presente estudo, fato esse que pode estar relacionado à melhor qualidade do volumoso utilizado (feno de capim-tifton-85 e feno de capim-elefante), respectivamente, comparada à da silagem de cana-de-açúcar fornecida no presente trabalho, a qual apresentou alto teor de FDN e características olfativas de fermentação alcoólica.

A conversão alimentar foi influenciada de forma linear crescente ( $P < 0,05$ ) pela inclusão dos níveis de farelo de mamona, aumentando, dessa forma, a conversão alimentar das dietas (7,59; 7,61; 7,71 e 10,28 kg CMS/kg GMD), respectivamente, para os níveis estudados. Para cada unidade percentual de substituição de farelo de soja pelo farelo de mamona, estimou-se aumento de 0,0245 g de matéria seca consumida para cada grama de aumento no ganho de peso (Tabela 5). A possível explicação para essa pior conversão alimentar seria a redução do GMD com o aumento da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona. Com o aumento dos níveis de inclusão de farelo de mamona, verificou-se elevação no teor de FDNi da dieta, reduzindo dessa forma, a qualidade da dieta fornecida, prejudicando o desempenho dos animais e como consequência, aumentando a conversão alimentar.

Pompeu et al. (2012), estudando níveis de substituição (0; 33; 67 e 100%) do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado, verificaram valores de conversão alimentar inferiores aos encontrados no presente estudo (4,92; 5,50; 5,59 e 6,38 kg CMS/kg GMD). Oliveira (2011), trabalhando com inclusão de 7, 14 e 21% de farelo de mamona na ensilagem de cana-de-açúcar, também observaram valores menores de conversão alimentar, a qual foi influenciada de forma quadrática, apresentando ponto de mínima estimado de 5,27 kg de MS ingerida para cada kg de ganho, no nível de 12% de inclusão.

No entanto, deve-se ressaltar a importância de se considerar as diferenças na qualidade do volumoso fornecido em diferentes trabalhos, avaliando a inclusão de subprodutos na dieta, além da proporção volumoso:concentrado e do padrão genético dos animais, que influenciam na resposta produtiva.

### **Conclusão**

O farelo de mamona destoxificado pode ser utilizado em dietas para ovinos, pois não reduz a digestibilidade dos nutrientes. No entanto, devem ser utilizados níveis baixos de inclusão para que não comprometa o desempenho.

## Referências Bibliográficas

- 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.
- 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.
- CÂNDIDO, M.J.D.; VIEIRA, M.M.M.; BOMFIM, M.A.D. et al. Consumo e desempenho de ovinos alimentados com dietas contendo quatro níveis de farelo de mamona In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras, 2008. CD-ROM.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 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**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- FURTADO, R.N.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Valor nutritivo de dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos. **Arquivo Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.1, pp. 155-162, 2012.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, p. 3226–3232, 2003.
- MEDEIROS, G.R.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V. et al. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.718-727, 2007.
- MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates in large dairy herd management. **American Dairy Science Associates**, p.219, 1992.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6.rev.ed. Washinton, D.C.: 1989. 157p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervides, and world camelides**. National Academic Press, 2007. 384p.

- OLIVEIRA, A. S.; OLIVEIRA, M.R.C.; CAMPOS, J.M.S. et al. Eficácia de diferentes métodos de destoxificação da ricina do farelo de mamona. In: II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2007, Brasília. **Anais...** CD-ROM Brasília: MCT/ABIPTI, p.1-6, 2007.
- OLIVEIRA, A. S., CAMPOS, J. M. S., OLIVEIRA, M. R. C., 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**, v. 158, p.15–28, 2010.
- OLIVEIRA, A C. **Farelo de mamona destoxificado na ensilagem de cana-de-açúcar em dietas para ovinos**. 2011. 89f . Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, MG.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.287-310.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.9, p.1063-1073, 1993.
- POMPEU, R.C.F.F. **Substituição do farelo de soja pela torta de mamona destoxificada em dietas para ovinos: valor nutritivo e desempenho bioeconômico**. 2009. 101f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S. et al. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online]. v.41, n.3, pp. 726-733, 2012.
- SALIBA, E.O.S.; ARAÚJO, V.L. **I teleconferência sobre o uso de indicadores em nutrição animal**. UFMG, 45p, 2005.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, D. C.; ALVES, A. A.; OLIVEIRA, M. E. et al. Consumo e digestibilidade de dietas contendo farelo de mamona destoxificado para ovinos em terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.96-106, 2011.
- SNIFFEN, C.J., OCONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, N.K.P.; PINA, D. S. ; DETMANN, E. Avaliação do cromo em amostras fecais. In: Detmann E. et al. **Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012, v. 13, p. 179-192.

- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análise estatística e genética**. Versão 8.0. Viçosa, MG. 2000.
- 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**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VIEIRA, M.M.M. **Desempenho bioeconômico de ovinos alimentados com rações contendo farelo de mamona destoxificado**. 2009. 85f. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2009).
- WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, *Proceedings...* Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

## CAPÍTULO 2

### Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com farelo de mamona

**RESUMO** – O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o comportamento ingestivo de cordeiros da raça Santa Inês, recebendo dietas com diferentes níveis de farelo de mamona destoxificado no concentrado. Foram utilizados 24 ovinos, com peso corporal médio de 18,5 kg e quatro meses de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro níveis de farelo de mamona (0, 33; 67 e 100%) em substituição ao farelo de soja. O consumo de matéria seca (MS) não foi afetado pela inclusão de farelo de mamona no concentrado. Já para o consumo de fibra em detergente neutro (FDN), este elevou-se. A atividade de alimentação não foi afetada com a inclusão de farelo de mamona. O tempo de ruminação aumentou, enquanto o de ócio reduziu com a inclusão de farelo de mamona. O tempo de alimentação, expresso em minutos por kg de MS e FDN, não foi influenciado pela inclusão de farelo de mamona na dieta, apresentando valores médios de 373,3 e 880,0 minutos por kg de MS e FDN, respectivamente. A ruminação, expressa em minutos por kg de FDN, não foi alterada. O número de mastigações e o tempo gasto por cada bolo ruminado não foram alterados pela inclusão de farelo de mamona na dieta. Os períodos de alimentação, ruminação e ócio não diferiram com a inclusão dos níveis de farelo de mamona. A eficiência de alimentação, expressa de g de MS e FDN por hora, não foi influenciada pela inclusão de farelo de mamona na dieta. A eficiência de ruminação, expressa em g MS/hora, foi reduzida, enquanto a eficiência de ruminação, expressa em g FDN/hora, não foi afetada. A substituição total do farelo de soja pelo farelo de mamona no concentrado não afeta o tempo e a eficiência de alimentação, mas prejudica a eficiência de ruminação.

Palavras-chave: eficiência de alimentação; eficiência de ruminação; etologia; ingestão; mastigação; Santa Inês

## **Ingestive behavior of lambs fed castor bean meal**

**ABSTRACT** – The experiment was conducted with the objective of evaluating the ingestive behavior of Santa Inês breed lambs, receiving diets with different levels of detoxified castor bean meal in the concentrate. Twenty four lambs, with 18.5 kg mean body weight and four months of age were used. The animals were distributed in a completely randomized design with four treatments and six repetitions. The treatments were constituted of four levels of castor bean meal (0; 33; 67 and 100%) in substitution to soybean meal. The dry matter (DM) intake was not affected by the castor bean meal in the concentrate. The neutral detergent fiber (NDF) intake increased. Feeding activity was not affected by castor bean meal inclusion. The rumination time increased, while idle time reduced with the inclusion of castor bean meal. The feeding time, expressed in minutes per kg of DM and NDF, was not influenced by castor bean meal inclusion in the diet, showing mean values of 373.3 and 880.0 minutes per kg of DM and NDF, respectively. The rumination, expressed in minutes per kg of NDF, was not altered. The chewing number and the time spent per each ruminated bolus were not altered by castor bean meal inclusion in the diet. Feeding, rumination and idle periods did not differ with the inclusion of castor bean meal levels. Feeding efficiency, expressed in g of DM and NDF per hour, was not influenced by castor bean meal inclusion in the diet. Rumination efficiency, expressed in g of DM per hour, was reduced, while rumination efficiency, expressed in g of NDF per hour was not affected. The total substitution of soybean meal by castor bean meal in the concentrate does not affect feeding time and feed efficiency, but impairs rumination efficiency.

Key words: chewing; ethology; feeding efficiency; ingestion; rumination efficiency; Santa Inês

## Introdução

A utilização de confinamento para terminação de ovinos possibilita o fornecimento de dietas de melhor qualidade, o que reduz o tempo para os animais atingirem o peso de abate. Alimentos não convencionais, como farelo de mamona destoxificado, necessitam estudados na alimentação de ruminantes, uma vez que estes animais são capazes de converter recursos naturais renováveis em alimentos de alta qualidade ao homem (Oltjen & Beckett, 1996), além de reduzir os custos com a dieta.

O farelo de mamona apresenta grande potencial de utilização, uma vez que a geração desse resíduo, nos dias atuais, tem sido estimulada por programas governamentais que visam a geração de energia limpa, por meio do biodiesel. O aumento de produção de biodiesel pode ser economicamente viabilizado, se forem encontradas novas aplicações para os subprodutos gerados, como o farelo de mamona, pois as atuais utilizações possivelmente não serão suficientes.

Segundo Costa et al. (2010), para alcançar e manter determinado nível de consumo, os ruminantes são capazes de modificar as características relacionadas ao seu comportamento ingestivo, para adaptarem-se às diferentes condições de alimentação, manejo e ambiente.

O estudo do comportamento ingestivo dos ruminantes pode nortear a adequação de práticas de manejo que venham a aumentar a produtividade e garantir o melhor estado sanitário e longevidade aos animais (Fischer et al., 2002).

Existem características inerentes a esses alimentos que podem interferir nos aspectos comportamentais dos animais. O tempo gasto com a alimentação é interrompido por períodos de ruminação e ócio, ocorrendo variação da duração e divisão dessas atividades entre animais (Corbett & Pickering, 1983). Para se ter um entendimento completo do consumo diário de alimentos, é necessário estudar seus

componentes individualmente, podendo ser descritos pelo número de refeições consumidas por dia, pela duração média das refeições e pela velocidade de alimentação de cada refeição.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar os aspectos comportamentais de cordeiros recebendo diferentes níveis de farelo de mamona no concentrado.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Laboratório Experimental de Bovinos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, localizada no município de Itapetinga, BA. Foram utilizados 24 ovinos machos inteiros da raça Santa Inês, com peso corporal médio de 18,5 kg e, em média, quatro meses de idade. Posteriormente, os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Antes do início do experimento, os animais foram vermifugados e receberam suplementação de vitaminas A, D e E injetável, por via subcutânea, e foram mantidos em baias individuais, dotadas de comedouro e bebedouro, com área de 1,5 m<sup>2</sup>, dispostas em área coberta.

Foram avaliados quatro níveis de substituição (0, 33, 67 e 100%) do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado, tendo a silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,5% de cal micro pulverizada (CaO) na matéria natural como volumoso. Os animais foram submetidos a um período de 99 dias de confinamento, sendo 15 para adaptação e 84 dias de período experimental (três períodos de 28 dias cada) .

Para produção da silagem, foi utilizada a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*), a qual foi cortada manualmente e determinado o valor do grau Brix por refratômetro, apresentando valor médio de 21°. Posteriormente, o material foi picado em partículas de, aproximadamente, 2 cm, em máquina ensiladora acoplada a um trator.

A cal micro pulverizada (foi adicionada logo após o corte da cana-de-açúcar e seu fracionamento na ensiladora, sendo a proporção de 0,5% com base na matéria natural.

O farelo de mamona utilizado foi adquirido de agroindústria da região metropolitana de Salvador-BA, sendo este destoxificado previamente com a utilização de solução de cal micro pulverizada, sendo cada kg diluído em 10 litros de água, e aplicado na quantidade de 60 gramas de cal por kg de farelo de mamona, na base da matéria natural, conforme recomendado por Oliveira et al. (2007). Após a mistura do farelo com a solução de cal, o material permaneceu em repouso por um período de doze horas (uma noite), sendo, logo após, seco em área de cimento coberto por lona. O tempo de secagem variou com as condições climáticas, sendo de, aproximadamente, 48 a 72 horas.

Os animais foram alimentados com uma dieta contendo 60% de silagem de cana-de-açúcar e 40% de concentrado, com base na matéria seca. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas e proporcionar ganho de 250 g/dia, segundo o NRC (2007). As quatro dietas consistiram de quatro níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado: 0; 33; 67 e 100%. A uréia foi utilizada para ajustar o teor de proteína bruta das dietas em razão das diferenças no teor de PB dos alimentos protéicos (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual das dietas experimentais, com base na matéria seca (MS)

Ingrediente	Nível de farelo de mamona (% MS)			
	0	33	67	100
Silagem de cana-de-açúcar	60,00	60,00	60,00	60,00
Milho	16,99	17,36	16,77	16,32
Farelo de soja	21,43	13,60	6,92	0,00
Farelo de mamona	0,00	7,05	14,12	20,91
Uréia	0,62	1,03	1,28	1,81
Mistura mineral <sup>1</sup>	0,59	0,58	0,58	0,57
Fosfato monomônico	0,37	0,38	0,34	0,38

A composição química da silagem, do farelo de mamona e das dietas foi determinada conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002) e está descrita na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição química do farelo de mamona (FM), da silagem de cana-de-açúcar, dos concentrados e das dietas experimentais, com base na matéria seca

Composição (%)	FM	Silagem	Nível de farelo de mamona (% MS)			
			0	33	67	100
Matéria seca	80,60	25,71	88,85	87,71	87,96	88,17
Matéria orgânica	86,55	91,18	93,97	92,73	91,62	90,98
Proteína bruta	33,73	2,96	33,95	34,64	33,60	33,62
Extrato etéreo <sup>1</sup>	0,52	1,38	2,42	2,38	1,80	1,57
Cinzas <sup>1</sup>	13,45	8,82	6,03	7,27	8,38	9,02
Carboidratos totais <sup>1</sup>	50,72	86,84	57,60	55,71	56,22	55,79
FDNcp <sup>1</sup>	30,10	61,76	14,47	18,89	23,42	25,34
Carboidratos não-fibrososp <sup>1</sup>	20,62	25,08	43,14	36,82	32,80	30,45
Nutrientes digestíveis totais estimados <sup>2</sup>	56,43	56,59	78,48	69,90	61,80	57,21
<b>Constituintes da dieta (%)</b>						
Matéria seca			50,97	50,51	50,61	50,70
Matéria orgânica			92,30	91,80	91,35	91,10
Proteína bruta			15,36	15,63	15,22	15,22
Extrato etéreo <sup>1</sup>			1,79	1,78	1,55	1,46
Cinzas <sup>1</sup>			7,70	8,20	8,65	8,90
Carboidratos totais <sup>1</sup>			75,14	74,38	74,59	74,42
FDNcp <sup>1</sup>			42,84	44,61	46,42	47,19
Carboidratos não-fibrososp <sup>1</sup>			32,30	29,77	28,16	27,22
Nutrientes digestíveis totais estimados <sup>2</sup>			65,33	61,68	58,09	55,87

<sup>1</sup>% MS; <sup>2</sup>Estimado segundo o NRC (2001); \*FDNcp= Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína.

Os animais receberam alimentação fornecida duas vezes ao dia, as 8:00 e às 16:00 horas, na forma de ração completa, sendo ajustada, diariamente, em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 10%. Diariamente, foram feitas pesagem e amostragem da quantidade de dieta fornecida e das sobras de cada animal, sendo essas amostras acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer. As amostras foram devidamente processadas, acondicionadas e transportadas para o Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde, nos Laboratórios

de Forragicultura e de Nutrição Animal, foram analisadas conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Para estimativa do consumo voluntário de volumoso, foi utilizado o indicador interno FDN indigestível (FDNi), obtido após incubação ruminal por 240 horas (Casali et al., 2008), de 0,5 g de amostras de alimentos, sobras e fezes, utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT) gramatura 100 (100 g.m<sup>2</sup>), 5 x 5 cm. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro, para determinação da FDNi.

O consumo de MS (CMS) de volumoso foi calculado da seguinte forma:

$$CMS (kg/dia) = \frac{(EF \times CIF)}{CIV}$$

em que:

EF = excreção fecal (kg/dia), obtida utilizando-se a LIPE®;

CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg) e;

CIV = concentração do indicador no volumoso (kg/kg).

O consumo de MS de concentrado foi estimado com a utilização do indicador óxido crômico, o qual foi fornecido na quantidade de 5 g por animal/dia, misturado ao concentrado, dividido em duas vezes, durante treze dias, a partir do 39º dia do período experimental. As fezes foram coletadas do 48º ao 51º dia diretamente da ampola retal, pré-secas, moídas e compostas, conforme relatado anteriormente.

A determinação da concentração de cromo foi feita por meio de digestão ácida, com ácido nítrico e perclórico (Método INCT-CA M-005/1), seguida de filtração para obtenção da solução em balão volumétrico, completando o volume para 50 mL. Posteriormente, foi feita a transferência de uma alíquota da solução para potes de

polietileno. A leitura foi efetuada em espectrofotômetro de absorção atômica utilizando lâmpada de cátodo oco para cromo (comprimento de onda de 357,9 nm) e chama de acetileno e óxido nítrico, no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, seguindo procedimentos descritos por Souza et al. (2012).

As análises dos teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), nas amostras de alimentos, sobras e fezes, foram realizadas segundo Silva & Queiroz (2002). O teor de matéria orgânica (MO) foi estimado subtraindo o teor de cinzas do valor de MS. As análises de fibra insolúvel em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991) foram feitas em autoclave, conforme Pell e Schofield (1993).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:  
 $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$ .

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), em que:  $CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinza)$ .

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + (2,25 * EED).$$

onde:

PBD = PB digestível; FDNcpD= FDNcp digestível; CNFcpD= CNFcp digestíveis e;  
EED= EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

As observações referentes ao comportamento animal foram realizadas de forma visual, durante quatro períodos de 24 horas, a intervalos de cinco minutos.

As variáveis comportamentais observadas e registradas foram: ócio, ruminação e tempo gasto com alimentação, sendo que os tempos de alimentação e ruminação foram calculados em função do consumo de MS e FDN (min/kg MS ou FDN).

Foram realizadas a contagem do número de mastigações meréricas e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, para cada animal, com a utilização de cronômetro digital. Para obtenção das médias das mastigações e do tempo, foram feitas as observações de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (09-12, 15-18 e 19-21 horas). Para obtenção do número de bolos diários, procedeu-se à divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio gasto na ruminação de cada bolo, descrito anteriormente, segundo Burguer et al. (2000). Durante a observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, à qual os animais foram previamente adaptados.

A discretização das séries temporais foi feita diretamente nas planilhas de coleta de dados, com a contagem dos períodos discretos de alimentação, ruminação e ócio. A duração média de cada um dos períodos discretos foi obtida pela divisão dos tempos diários de cada uma das atividades pelo número de períodos discretos.

As variáveis g de MS e FDN/refeição foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual de cada fração pelo número de períodos de alimentação por dia (em 24 horas). A eficiência de alimentação e ruminação, expressa em g MS/hora e g FDN/hora, foi obtida pela divisão do consumo médio diário de MS e FDN pelo tempo total despendido em alimentação e/ou ruminação, em 24 horas, respectivamente. As variáveis g de MS e FDN/bolo foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual de cada fração pelo número de bolos ruminados por dia (em 24 horas).

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (SAEG, 2000). Os

modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) utilizando-se o teste F, em nível de 5% de probabilidade.

### Resultados e Discussão

O consumo de matéria seca (MS) não foi afetado ( $P>0,05$ ) pela inclusão de farelo de mamona no concentrado, apresentando valor médio de 884,02 g (Tabela 3). Já o consumo de fibra em detergente neutro (FDN) foi influenciado de forma linear crescente ( $P<0,01$ ) pela inclusão de farelo de mamona na dieta. Esse comportamento reflete a elevação do teor de FDN da ração (Tabela 2) com a adição de farelo de mamona, o qual elevou de 14,59 para 25,34% de FDN, respectivamente, para os níveis 0 e 100 %.

Tabela 3 – Consumo de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) e tempos despendidos nas atividades de alimentação, ruminação e ócio de cordeiros alimentados com farelo de mamona destoxificado na dieta

Item	Nível de farelo de mamona (% MS)				Equação de regressão	CV (%)	$r^2$	Efeito		
	0	33	67	100				L	Q	C
	Consumo (g/dia)									
MS	892,4	910,3	874,9	858,5	$\hat{Y} = 884,0$	13,9	-	0,226	0,497	0,523
FDN	338,4	378,6	390,8	400,0	$\hat{Y} = 1$	15,2	0,88	<0,01	0,190	0,598
	Minutos/dia									
Alimentação	307,2	320,7	320,2	336,0	$\hat{Y} = 321,02$	15,6	-	0,062	0,909	0,509
Ruminação	558,9	569,5	580,4	611,0	$\hat{Y} = 2$	11,1	0,93	0,005	0,449	0,741
Ócio	573,9	543,0	533,3	486,9	$\hat{Y} = 3$	13,9	0,94	<0,01	0,612	0,395
	Minutos/kg MS									
Alimentação	350,3	363,8	374,0	404,8	$\hat{Y} = 373,3$	24,8	-	0,063	0,649	0,779
Ruminação	633,2	645,8	671,8	730,2	$\hat{Y} = 4$	18,6	0,94	0,016	0,372	0,867
	Minutos/kg FDN									
Alimentação	926,6	884,4	838,3	870,7	$\hat{Y} = 880,0$	25,5	-	0,214	0,419	0,689
Ruminação	1674,6	1568,6	1505,5	1539,6	$\hat{Y} = 1572,0$	19,6	-	0,085	0,186	0,771

Equações:  $\hat{Y}_1 = 347,418 + 0,59087x$ ;  $\hat{Y}_2 = 554,895 + 0,50193x$ ;  $\hat{Y}_3 = 574,869 - 0,81240x$ ;  $\hat{Y}_4 = 622,753 + 0,95104x$ .

O tempo gasto na atividade de alimentação não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelos níveis de inclusão de farelo de mamona, o qual apresentou valor médio de 321,02

minutos. Esse comportamento é reflexo do ocorrido com o consumo de MS, o qual também não foi influenciado pela inclusão de farelo de mamona ( $P>0,05$ ). Isso pode ser justificado, possivelmente, pela semelhança do tamanho de partícula dos farelos de mamona e soja, o que proporcionou semelhanças físicas entre as dietas, não necessitando de maior tempo para sua ingestão.

Houve aumento ( $P<0,05$ ) da atividade de ruminação, com valor máximo de 611,0 minutos para o nível máximo de substituição. Segundo Van Soest (1991), a atividade de ruminação, em animais adultos, ocupa cerca de oito horas por dia, com variações entre quatro e nove horas. Esse comportamento é, principalmente, influenciado pela característica da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos alimentos volumosos. Com a inclusão de farelo de mamona no concentrado, ocorreu elevação do teor de FDN da ração, já que este possui elevado teor de FDN e foi adicionado em substituição ao farelo de soja. Sendo assim, níveis mais elevados de farelo de mamona provocaram elevação do tempo de ruminação, uma vez que o teor de FDN possui correlação positiva com o tempo despendido nesta atividade. Essa justificativa pode ser confirmada pelo aumento do tempo de ruminação por kg de MS ingerida, o qual elevou-se de 633,2 para 730,2 minutos de ruminação por kg de MS ingerida, respectivamente, para os níveis de 0 a 100 g/kg MS de farelo de mamona.

A redução do tempo despendido na atividade de ócio, dos animais com a inclusão de farelo de mamona, pode ser explicada, pela natureza exclusiva de cada uma das atividades comportamentais, refletindo, assim, os complementos às atividades de alimentação e ruminação juntas.

O tempo de alimentação, expresso em minutos por kg de MS e FDN, não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pela inclusão de farelo de mamona na dieta, apresentando valor médio de 373,3 e 880,0 minutos por kg de MS e FDN, respectivamente. Isso reflete o

comportamento observado para o tempo de alimentação, o qual também não foi alterado, mostrando, dessa forma, que, com a inclusão de farelo de mamona, os animais utilizavam o mesmo tempo para ingerir quantidades iguais de MS ou FDN.

A ruminação, expressa em minutos por kg de FDN, não foi alterada ( $P>0,05$ ), apresentando valor médio de 1572,0 minutos. Esse resultado ficou próximo aos 1555,0 minutos obtidos por Mendes et al. (2010), utilizando bagaço de cana-de-açúcar como principal fonte de fibra na dieta de ovinos. Segundo os autores, essa variável é afetada pelo tamanho de partícula das dietas, uma vez que partículas de alimento menores passam pelo rúmen sem a necessidade de ruminação. Tal fato justifica o comportamento observado neste estudo, uma vez que o farelo de mamona usado no concentrado apresenta característica física semelhante à do farelo de soja.

O número de mastigações e o tempo gasto por cada bolo ruminado não foram alterados ( $P>0,05$ ) pela inclusão de farelo de mamona na dieta, apresentando valores médios de 68,21 mastigações, em 46,19 segundos (Tabela 4). Esses valores são semelhantes aos obtidos por Bastos et al. (2010), utilizando níveis de substituição de milho por casca de soja em ovinos confinados, que obtiveram 65,9 mastigações e 47,0 segundos. O comportamento observado nos dois experimentos indicam que pequena elevação do teor de fibra da dieta, próximos de 5%, como nos dois experimentos, não é capaz de aumentar a necessidade de formação de bolos para serem remastigados e que, uma vez formados, estes apresentam o mesmo tempo para serem ruminados.

Tabela 4 – Quantidade de bolos ruminados/dia (Bolos/dia), tempo gasto/bolo (Tempo/bolo), número de mastigações/bolo ruminado e número de mastigações/dia de cordeiros alimentados com farelo de mamona destoxificado na dieta

Atividade	Nível de farelo de mamona (% MS)				Equação de regressão	CV (%)	Efeito		
	0	33	67	10			L	Q	C
Bolos/dia	732,7	799,4	769,5	789,6	$\hat{Y} = 772,80$	18,5	0,286	0,429	0,267
Tempo/bolo (seg)	46,8	43,3	47,1	47,7	$\hat{Y} = 46,19$	16,9	0,373	0,204	0,149
Mastigações/bolo	69,8	66,6	69,0	67,5	$\hat{Y} = 68,21$	15,9	0,636	0,702	0,340
Mastigações/dia	50492	52622	51007	52719	$\hat{Y} = 51710$	14,9	0,476	0,897	0,320

A inclusão de farelo de mamona na dieta não foi capaz de alterar o número de bolos ruminados e o número de mastigações por dia, os quais apresentaram valores médios de 772,80 bolos e 5171,0 mastigações, respectivamente. Esses valores foram superiores aos obtidos por Pires et al. (2009), que apresentaram médias de 613,4 bolos e 44803,5 mastigações. Essas diferenças possivelmente ocorreram devido aos tipos de volumosos utilizados nas dietas experimentais, já que estes autores utilizaram silagem de capim-elefante na alimentação dos ovinos.

Os dados referentes ao número de períodos e o tempo gasto em cada período das atividades comportamentais estão apresentados na Tabela 5. Os períodos de alimentação, ruminação e ócio diários, não diferiram ( $P > 0,05$ ) com a inclusão dos níveis de farelo de mamona, apresentando valores médios de 18,45; 22,26 e 33,09 períodos, respectivamente. Esse comportamento foi semelhante aos observados por Carvalho et al. (2008), os quais trabalhando com ovinos, não encontraram diferenças na quantidade de períodos de alimentação, ruminação e ócio.

Tabela 5 – Valores médios do número de períodos de alimentação (NPA), ruminação (NPR) e ócio (NPO) por dia, juntamente com o tempo de duração (minutos) dos períodos de alimentação (TPA), ruminação (TPR) e ócio (TPO) de cordeiros alimentados com farelo de mamona destoxificado na dieta

Item	Nível de farelo de mamona (% MS)				Equação de regressão	CV (%)	r <sup>2</sup>	Efeito		
	0	33	67	100				L	Q	C
NPA	18,87	20,09	18,13	16,71	$\hat{Y} = 18,45$	25,0	-	0,058	0,165	0,378
NPR	22,57	23,64	22,38	21,92	$\hat{Y} = 22,62$	20,2	-	0,443	0,414	0,454
NPO	32,43	36,64	32,21	31,08	$\hat{Y} = 33,09$	18,2	-	0,128	0,134	0,333
TPA	17,11	17,09	18,83	21,60	$\hat{Y} = 18,66$	32,2	-	0,160	0,260	0,897
TPR	25,51	25,23	27,01	28,78	$\hat{Y} = 1$	22,2	0,84	0,035	0,401	0,701
TPO	18,05	15,26	17,12	16,52	$\hat{Y} = 16,74$	23,8	-	0,460	0,183	0,054

Equação:  $\hat{Y}_1 = 24,2279 + 0,0347169x$ .

O tempo gasto por período de alimentação e ócio não foi alterado ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de farelo de mamona, apresentando valor médio de 16,66 e 16,74 minutos por período, respectivamente. O tempo gasto por período de ruminação elevou-se ( $P < 0,05$ ), sendo o acréscimo obtido para esta variável de 0,034 minuto para cada unidade percentual de farelo de mamona adicionado. Este comportamento pode ser justificado pelo aumento do teor de FDN da dieta com a adição de farelo de mamona, levando os animais a gastarem mais tempo em cada estação comportamental.

A ingestão (g/refeição) de MS não foi afetada ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de farelo de mamona na dieta, enquanto que a de FDN (g/refeição) apresentou efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6). Esse resultado reflete o comportamento observado no consumo de MS e FDN, uma vez que o número de refeições para os níveis testados de farelo de mamona foi o mesmo com valor de 18,45 refeições (Tabela 5).

Tabela 6 – Ingestão de matéria seca e fibra em detergente neutro (gramas/refeição), eficiência de alimentação e ruminação (g de MS e FDN/hora) e ruminação (g de MS e FDN/bolo) de cordeiros alimentados com farelo de mamona destoxificado na dieta

Item	Nível de farelo de mamona (% MS)				Equação de Regressão	CV (%)	Efeito		
	0	33	67	100			L	Q	C
Ingestão									
g MS/refeição	50,36	48,36	52,39	54,69	$\hat{Y} = 51,45$	32,2	0,264	0,526	0,609
g FDN/refeição	19,09	20,10	23,42	25,52	$\hat{Y} = 1$	33,1	0,001	0,716	0,597
Eficiência de alimentação									
g MS/hora	177,24	175,18	170,72	158,42	$\hat{Y} = 170,39$	23,7	0,102	0,536	0,882
g FDN/hora	67,17	72,96	76,21	73,91	$\hat{Y} = 72,56$	25,0	0,161	0,279	0,856
Eficiência de ruminação									
g MS/hora	97,43	97,06	91,24	85,42	$\hat{Y} = 2$	18,6	0,018	0,443	0,731
g FDN/hora	36,93	40,37	40,72	39,77	$\hat{Y} = 39,45$	19,3	0,207	0,162	0,796
Ruminação									
g MS/bolo	1,27	1,17	1,20	1,15	$\hat{Y} = 1,19$	28,4	0,312	0,728	0,531
g FDN/bolo	0,48	0,49	0,53	0,54	$\hat{Y} = 3$	29,1	0,016	0,925	0,544

Equações:  $\hat{Y}_1 = 18,64418 + 0,067808x$ ,  $r^2 = 0,97$ ;  $\hat{Y}_2 = 99,0652 - 0,125554x$ ,  $r^2 = 0,91$ ;  $\hat{Y}_3 = 0,477312 + 0,000647x$ ,  $r^2 = 0,87$ .

A eficiência de alimentação, expressa em g de MS e de FDN por hora, não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de farelo de mamona na dieta, apresentando valor médio de 170,39 e 71,56 g, respectivamente. Do mesmo modo, Carvalho et al. (2007) avaliaram dietas compostas de silagem de capim-elefante e farelo de cacau ou torta de dendê, e verificaram consumo de 176,62 e 84,38 g/hora para MS e FDN, respectivamente.

A eficiência de ruminação é uma importante variável para avaliar o controle da utilização de alimentos de baixa digestibilidade, pois o animal pode ruminar maior quantidade de alimentos desse tipo, proporcionando maior consumo de alimentos e melhor desempenho produtivo. A eficiência de ruminação, expressa em g MS/hora, foi reduzida ( $P < 0,05$ ) em 0,12 g por cada unidade percentual de farelo de mamona incluído na dieta. A pequena redução da eficiência de ruminação, encontrada neste trabalho, pode estar relacionada ao aumento do teor de FDN da dieta, com a inclusão do

farelo de mamona, levando o animal a ser menos eficiente no uso da fibra por unidade de tempo.

A eficiência de ruminação, expressa em g FDN/hora, não foi afetada ( $P>0,05$ ) pela adição de farelo de mamona, apresentando valor médio de 39,45 g de FDN/hora. Resultado semelhante ao encontrado por Costa et al. (2010), os quais, utilizando a inclusão de feno de juazeiro na dieta de ovinos, não verificaram alteração na eficiência de ruminação. Esse comportamento justifica-se, pois, apesar do consumo de FDN ter sido elevado pela inclusão de farelo na dieta, o tempo gasto com a atividade de ruminação também aumentou, o que manteve a eficiência de ruminação semelhante entre os tratamentos.

A ruminação avaliada, pela quantidade de MS por bolo ruminado, não foi afetada ( $P>0,05$ ), apresentando valor médio de 1,19 g de MS. Porém, quando avaliada a quantidade de FDN por bolo, esta se elevou com a inclusão de farelo de mamona ( $P<0,05$ ). Esse comportamento deve-se ao observado para o número de bolos ruminados (Tabela 4), o qual não foi alterado à medida que se incluiu farelo de mamona, refletindo o comportamento apresentado para consumo de MS e FDN.

### **Conclusão**

A substituição total do farelo de soja pelo farelo de mamona no concentrado não afeta o tempo e a eficiência de alimentação, mas prejudica a eficiência de ruminação.

## Referências Bibliográficas

- BASTOS, M. P. V. CARVALHO, G. G. P. PIRES, A. V. J. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas com casca de soja em substituição ao milho. In: 48<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011, Belém - PA. **Anais...** CD-ROM Belém – PA, 2010.
- BURGER, P.J. PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com capim-elefante amonizado e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1105-1112, 2007.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.660-665, 2008.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 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**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CORBETT, J.L., PICKERING, F.S. Estimation of daily flows of digesta in grazing sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 34,n. 2, p. 193-210, 1983.
- COSTA, M. R. G. F., CARNEIRO, M. S. S., PEREIRA, E. S., SOUTO, J. S., MORAIS NETO, L. B., REGADA FILHO, J. G. L., ALENCAR, C. E. M. Comportamento ingestivo de ovinos Morada Nova recebendo dietas à base de feno de juazeiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p. 1012-1022, 2010.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DUTILLEUL, P. et al. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao início e ao final da lactação, alimentadas com dieta à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2129-2138, 2002.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, p. 3226–3232, 2003.
- MENDES, C. Q., TURINO, V. F., SUSIN, I., PIRES, A. V., MORAIS, J. B., GENTIL, R. S. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.594-600, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**.7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervides, and world camelides**. National Academic Press, 2007. 384p.
- OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; CAMPOS, J.M.S. et al. Eficácia de diferentes métodos de destoxificação da ricina do farelo de mamona. In: II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2007, Brasília. **Anais...** CD-ROM Brasília:MCT/ABIPTI, p.1-6, 2007.
- OLTJEN, JW E JL BECKETT. Papel de ruminantes em sistemas agrícolas sustentáveis. **Journal of Animal Science**. v.74, n. 6, p.1406-1409, 1996.
- PELL, A.N., SCHOFIELD, P. 1993. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Animal Science**, v.76, n.4, p.1063-1073.
- PIRES, A. J. V., CARVALHO, G. P. P., GARCIA, R., JUNIOR, J. N. C., Ribeiro, L. S. O., CHAGAS, D. M. T. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com silagens de capim-elefante contendo casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1620-1626, 2009.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J., OCONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, N.K.P.; PINA, D. S.; DETMANN, E. Avaliação do cromo em amostras fecais. In: Detmann E. et al. **Métodos para análise de alimentos** - INCT - Ciência Animal. 1ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012, v. 13, p. 179-192.
- UNIVERSIDADE FERDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análise estatística e genética**. Versão 8.0.Viçosa, MG. 2000.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and nonstarchpolysaccarides in relation to animal nutrition cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.3, p.3583-3597, 1991.
- WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, *Proceedings...* Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185

### CAPÍTULO 3

#### **Composição química e de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com diferentes níveis de farelo de mamona destoxificado**

**RESUMO** - O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a composição química em ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês recebendo dietas com diferentes níveis de farelo de mamona no concentrado. Foram utilizados 24 ovinos, com peso corporal médio de 18,5 kg e quatro meses de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro níveis de farelo de mamona (0, 33; 67 e 100%) em substituição ao farelo de soja. Não houve efeito da inclusão de farelo de mamona sobre as percentagens de umidade, cinza, proteína bruta e lipídeos totais do músculo *Longissimus* dos cordeiros. A inclusão de farelo de mamona no concentrado influenciou, de forma quadrática negativa, os ácidos graxos pentadecanóico (C15:00), e  $\alpha$ -linolênico (C18:03n3), apresentando ponto de mínima de 5,08 e 0,15% nos níveis de 53,47 e 54,16%, respectivamente. Já para o ácido oléico (C18:01n9), observou-se comportamento quadrático positivo, apresentando ponto de máxima de 51,05% no nível de 35,41% de farelo de mamona. Para os ácidos graxos docosanóico (C22:0) e  $\gamma$ -linolênico (C18:03n6), verificou-se comportamento linear decrescente. Os demais ácidos graxos não foram alterados com a adição de farelo de mamona à dieta. O teor total de ácidos graxos monoinsaturados foi influenciado, de forma quadrática positiva, pelos níveis de inclusão de farelo de mamona no concentrado, apresentando valor máximo de 51,63% para o nível de 40,43% de farelo de mamona. A substituição total do farelo de soja pelo farelo de mamona na dieta de cordeiros não afeta a composição química e a concentração de ácido linoléico conjugado, e, ainda, aumenta o teor de ácido oléico na carne dos cordeiros.

Palavras-chave: ácido linoléico conjugado, carne ovina, *Longissimus dorsi*, perfil lipídico; Santa Inês

## **Chemical and fatty acids composition of the meat of lambs fed different levels of detoxified castor bean meal**

**ABSTRACT** – The experiment was conducted with the objective of evaluating the chemical composition in fatty acids of the *Longissimus dorsi* muscle of Santa Inês lambs receiving diets with different castor bean meal levels in the concentrate. Twenty four lambs, with 18.5 kg mean body weight and four months of age were used. The animals were distributed in a completely randomized design with four treatments and six repetitions. The treatments were constituted of four levels of castor bean meal (0; 33; 67 and 100%) in substitution to soybean meal. There was no effect of castor bean meal inclusion on water, ash, crude protein and total lipids of the *Longissimus* muscle of the lambs. The inclusion of castor bean meal in the concentrate influenced, in a negative quadratic mode, the fatty acids pentadecanoic (C15:00) and  $\alpha$ -linolenic (C18:03n3), showing minimum point of 5.08 and 0.15% at the level of 53.47 and 54.16%, respectively. For oleic acid (C18:01n9), a positive quadratic behavior was observed, showing maximum point of 51.05% at the level of 35.41% of castor bean meal. For the fatty acids docosanoic (C22:0) and  $\gamma$ -linolenic (C18:03n6), it was verified a decreasing linear behavior. The other fatty acids were not altered by castor bean meal addition to the diet. The total contents of monounsaturated fatty acids were influenced, in a positive quadratic mode, by the levels of inclusion of castor bean meal in the concentrate, showing maximum value of 51.63% for the level of 40.43% of castor bean meal. The total substitution of soybean meal by castor bean meal in the diet of the lambs does not affect the chemical composition and the concentration of conjugated linoleic acid, and, even increases the oleic acid content in the meat of the lambs.

Key words: conjugated linoleic acid; lipid profile; *Longissimus dorsi*; Santa Inês; sheep meat

## Introdução

Atualmente, tem-se discutido muito sobre a possibilidade de modular a composição dos ácidos graxos da gordura da carne dos ruminantes com o objetivo de reduzir a restrição da comunidade de saúde contra a carne, por meio do aumento em geral da proporção dos ácidos graxos insaturados e pelo incremento de ácidos graxos relacionados à melhoria da saúde.

Um grande número de pesquisas vêm demonstrando a importância da dieta como fator determinante para caracterizar possíveis variações na carcaça e na composição tecidual e química dos cortes comerciais. Dentre os fatores que podem determinar essa variação, pode-se citar as diferentes proporções de concentrados e volumosos, assim como, sistema exclusivo em pastejo ou em confinamento, diferentes fontes de volumosos, diferentes fontes de concentrado, entre outros (Madruga et al., 2005 e 2008; Leão et al., 2011; Oliveira, 2011; Zeola et al., 2011).

A carne ovina contém, aproximadamente, 4% de gordura (Prata, 1999), e é rica em ácidos graxos saturados e monoinsaturados, com menores quantidades de poliinsaturados (Monteiro et al., 2007). Os ácidos graxos saturados mais encontrados nesta carne são o mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0); os monoinsaturados palmitoleico (C16:1  $\omega$ 7) e oleico (C18:1  $\omega$ 9) e os poliinsaturados linoleico (C18:2  $\omega$ 6), linolênico (C18:3  $\omega$ 3) e araquidônico (C20:4  $\omega$ 6) (Leão et al., 2011).

De acordo com Medeiros (2002), a composição de ácidos graxos nos tecidos de ruminantes sofre grande influência da ação da biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos da dieta, razão da menor presença de ácidos graxos insaturados na carne destes animais. No entanto, quando a ingestão de ácidos graxos insaturados é muito grande, a

capacidade dos microrganismos do rúmen em biohidrogenar pode ser excedida, ocorrendo uma maior absorção intestinal de ácidos graxos insaturados.

Devido ao interesse do mercado consumidor em relação às características nutricionais da carne, são necessárias informações sobre a utilização de subproduto como farelo de mamona na alimentação animal, uma vez que este pode influenciar parâmetros qualitativos da carne ovina.

Dessa forma, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a composição química e em ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês, alimentados com níveis crescentes de farelo de mamona destoxificado no concentrado.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Laboratório Experimental de Bovinos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, localizada no município de Itapetinga, BA. Foram utilizados 24 ovinos machos inteiros da raça Santa Inês, com peso corporal médio de 18,5 kg e, em média, quatro meses de idade. Posteriormente, os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Antes do início do experimento, os animais foram vermifugados e receberam suplementação de vitaminas A, D e E injetável, por via subcutânea, e foram mantidos em baias individuais, dotadas de comedouro e bebedouro, com área de 1,5 m<sup>2</sup>, dispostas em área coberta.

Foram avaliados quatro níveis de substituição (0, 33, 67 e 100%) do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado, tendo a silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,5% de cal (CaO) na matéria natural (MN) como volumoso. Os animais foram submetidos a um período de 99 dias de confinamento, sendo 15 para adaptação e 84 dias de período experimental.

Para produção da silagem, foi utilizada a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*), a qual foi cortada manualmente e determinado o valor do grau Brix por refratômetro, apresentando valor médio de 21°. Posteriormente, o material foi picado em partículas de, aproximadamente, 2 cm, em máquina ensiladora acoplada a um trator. A cal foi adicionada logo após o corte da cana-de-açúcar e seu fracionamento na ensiladora, sendo a proporção de 0,5% com base na matéria natural.

O farelo de mamona utilizado foi adquirido de agroindústria da região metropolitana de Salvador-BA, sendo este destoxificado previamente com a utilização de solução de cal, sendo cada kg diluído em 10 litros de água, e aplicado na quantidade de 60 gramas de cal por kg de farelo de mamona, na base da matéria natural, conforme recomendado por Oliveira et al. (2007). Após a mistura do farelo com a solução de cal, o material permaneceu em repouso por um período de doze horas (uma noite), sendo, logo após, seco em área de cimento coberto por lona. O tempo de secagem variou com as condições climáticas, sendo de aproximadamente, 48 a 72 horas.

Os animais foram alimentados com uma dieta contendo 60% de silagem de cana-de-açúcar e 40% de concentrado, com base na matéria seca. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas e proporcionar ganho de 250 g/dia, segundo o NRC (2007). As quatro dietas consistiram de quatro níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado: 0; 33; 67 e 100%. A uréia foi utilizada para ajustar o teor de proteína bruta das dietas em razão das diferenças no teor de PB dos alimentos protéicos (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual das dietas experimentais, com base na matéria seca (MS)

Ingrediente	Nível de farelo de mamona (% MS)			
	0	33	67	100
Silagem de cana-de-açúcar	60,00	60,00	60,00	60,00
Milho	16,99	17,36	16,77	16,32
Farelo de soja	21,43	13,60	6,92	0,00
Farelo de mamona	0,00	7,05	14,12	20,91
Uréia	0,62	1,03	1,28	1,81
Mistura mineral	0,59	0,58	0,58	0,57
Fosfato monamônico	0,37	0,38	0,34	0,38

A composição química da forragem, do farelo de mamona e das dietas foi determinada conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CT) foram obtidos por intermédio da equação:  $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$  (Sniffen et al., 1992), enquanto os carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CT e FDN. Os resultados da análise químicas da forragem, do farelo de mamona e das dietas encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição química do farelo de mamona (FM), da silagem de cana-de-açúcar, dos concentrados e das dietas experimentais, com base na matéria seca

Composição (%)	FM	Silagem	Nível de farelo de mamona (% MS)			
			0	33	67	100
Matéria seca	80,60	25,71	88,85	87,71	87,96	88,17
Matéria orgânica	86,55	91,18	93,97	92,73	91,62	90,98
Proteína bruta	33,73	2,96	33,95	34,64	33,60	33,62
Extrato etéreo <sup>1</sup>	2,10	1,38	2,42	2,38	1,80	1,57
Cinzas <sup>1</sup>	13,45	8,82	6,03	7,27	8,38	9,02
Carboidratos totais <sup>1</sup>	50,72	86,84	57,60	55,71	56,22	55,79
FDNcp <sup>1</sup>	30,10	61,76	14,47	18,89	23,42	25,34
Nutrientes digestíveis totais estimados <sup>2</sup>	56,43	56,59	78,48	69,90	61,80	57,21
<b>Constituintes da dieta (%)</b>						
Matéria seca			50,97	50,51	50,61	50,70
Matéria orgânica			92,30	91,80	91,35	91,10
Proteína bruta			15,36	15,63	15,22	15,22
Extrato etéreo <sup>1</sup>			1,79	1,78	1,55	1,46
Cinzas <sup>1</sup>			7,70	8,20	8,65	8,90
Carboidratos totais <sup>1</sup>			75,14	74,38	74,59	74,42
FDNcp <sup>1</sup>			42,84	44,61	46,42	47,19
Nutrientes digestíveis totais estimados <sup>2</sup>			65,33	61,68	58,09	55,87

<sup>1</sup> % MS; <sup>2</sup> Estimado segundo o NRC (2001); \*FDNcp= Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína

Os animais receberam alimentação, fornecida duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas, na forma de ração completa, sendo ajustada diariamente em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 10%.

Ao final do período experimental (99 dias), quando os ovinos apresentaram peso corporal médio de 29,31 kg, foram submetidos a jejum de sólidos de 16 horas e, posteriormente, abatidos. Após o resfriamento, uma seção do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas de cada meia-carcaça esquerda, foi retirada e encaminhada ao Laboratório de Nutrição Animal /UFV.

Para análise química, estas amostras foram descongeladas em geladeira a 10 °C, por 20 horas. Posteriormente, foi retirada a gordura de cobertura das mesmas e moídas, sendo uma parte do músculo encaminhada para liofilização (72 horas), para serem determinados os teores de umidade, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo segundo

metodologia da AOAC (1980). A outra parte da amostra *in natura* foi encaminhada para realização da composição em ácidos graxos.

Para determinação da composição em ácidos graxos, fez-se, inicialmente, a extração da fração lipídica da carne e da dieta, segundo Bligh & Dyer (1959). Os dados da composição de ácidos graxos dos alimentos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição de ácidos graxos do farelo de mamona (FM), da silagem de cana-de-açúcar e dos concentrados

Ácidos graxos	FM	Silagem	Nível de farelo de mamona (% MS)			
			0	33	67	100
C12:00 (Láurico)	0,18	1,58	-	-	-	-
C14:00 (Mirístico)	3,73	2,06	0,13	0,18	0,15	0,18
C16:00 (Palmítico)	19,8	32,05	24,74	28,66	24,55	21,59
C16:01 (Palmitoléico)	0,74	2,41	0,11	0,06	0,14	0,1
C18:00 (Esteárico)	10,13	9,97	5,35	6,84	5,26	5,35
C18:01n9 (Oléico)	25,29	17,38	29,1	31,97	33,96	38,46
C18:02n6c (Linoléico)	33,15	28,59	37,43	29,68	32,42	31,24
C18:03n6 (γ-linolênico)	3,23	1,01	0,15	0,33	0,61	0,78
C18:03n3 (α-linolênico)	2,57	4,67	2,14	1,53	1,48	0,9
C20:02 n3 (Docosadienóico)	0,31	-	0,46	0,21	0,98	0,86
C20:05n3 (Eicosopentainóico)	-	-	0,12	0,21	0,13	0,17
C24:01 n6 (Docosatetranóico)	0,65	0,28	0,26	0,32	0,33	0,37
Ricínoléico (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>3</sub> )	0,22	-	-	-	-	-
AGS <sup>1</sup>	33,84	45,65	30,22	35,68	29,96	27,12
AGMI <sup>2</sup>	26,67	20,07	29,48	32,35	34,43	38,93
AGPI <sup>3</sup>	66,16	54,35	69,78	64,32	70,04	72,88
AGPI/AGS <sup>4</sup>	1,96	1,19	2,31	1,8	2,34	2,69
N-6 <sup>5</sup>	36,38	29,61	37,58	30,01	33,03	32,02
N-3 <sup>6</sup>	2,57	4,67	2,26	1,74	1,61	1,07
N-6/N-3 <sup>7</sup>	14,15	6,34	16,64	17,20	20,53	29,88

<sup>1</sup>Ácidos graxos saturados; <sup>2</sup>Ácidos graxos monoinsaturados; <sup>3</sup>Ácidos graxos poliinsaturados; <sup>4</sup>Relação AGPI/AGS; <sup>5</sup>Família ômega-6; <sup>6</sup>Família ômega-3; <sup>7</sup>Relação n6/n3.

A transesterificação dos triacilgliceróis, para obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos, foi realizada conforme o método 5509 da ISO (1978). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por meio de cromatógrafo a gás modelo

CG – 17 A, marca SHIMADZU, equipado com detector FID. Para registro e análise dos cromatogramas, o aparelho foi acoplado a um microcomputador, utilizando-se o programa GC Solution. Os compostos foram separados e identificados em uma coluna capilar SPTM-2560 – 100 metros x 0,25 mm de diâmetro. Para a separação cromatográfica, 1 µL de amostra foi injetado, com auxílio de seringa de 10 µL (Hamilton®), em sistema Split = 10. O gás nitrogênio foi utilizado como carreador, com velocidade linear programada para 43,2 cm/s e os gases hidrogênio e ar sintético formaram a chama no detector. Foram programadas cinco rampas de temperatura, iniciando a 140 °C (mantida por cinco minutos), aumentando em 4 °C por minuto, até atingir 220 °C (mantida por vinte minutos). As temperaturas do injetor e detector foram de 240 °C e 260 °C, respectivamente. O fluxo do gás de arraste na coluna foi de 1,0 mL min<sup>-1</sup>. A quantificação dos ácidos graxos foi realizada após a normalização das áreas. Os picos foram identificados por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma (EUA), e, após, verificação do comprimento equivalente de cadeia.

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (SAEG, 2000). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) e a significância observada dos coeficientes de regressão, por meio do teste F, em nível de 5% de probabilidade.

### **Resultados e Discussão**

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da inclusão dos níveis de farelo de mamona sobre a composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* dos cordeiros (Tabela 4). Os valores médios de umidade, cinzas, extrato etéreo e proteína verificados foram de 74,94;

1,38; 1,89; e 21,97%, respectivamente. Estes percentuais, exceto para o extrato etéreo, apresentam baixas variações no músculo *Longissimus dorsi* de ovinos, utilizando diferentes raças e alimentos (Madruga et al., 2006; 2008).

De acordo com Prata (1999), a composição centesimal da carne ovina é de 75% de umidade, 1,1% de cinzas, 4% de extrato etéreo e 19% de proteína. No presente trabalho, os valores observados foram próximos aos citados por esse autor, exceto o teor de gordura, que foi inferior.

Tabela 4 - Composição do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com diferentes níveis de farelo de mamona destoxificado na dieta

Item	Nível de farelo de mamona (% MS)				Equação de regressão	CV (%)	Efeito		
	0	33	67	100			L	Q	C
Umidade	74,30	75,32	74,98	75,14	$\hat{Y} = 74,94$	1,88	0,409	0,468	0,473
Cinzas	1,50	1,41	1,13	1,49	$\hat{Y} = 1,38$	25,74	0,618	0,143	0,217
Extrato etéreo	1,91	1,90	1,84	1,91	$\hat{Y} = 1,89$	23,40	0,957	0,884	0,858
Proteína bruta	22,55	21,62	21,99	21,73	$\hat{Y} = 21,97$	4,25	0,235	0,386	0,274

Leão et al. (2011) estudaram dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho, em duas relações volumoso:concentrado (60:40 ou 40:60), para cordeiros e também não verificaram diferença nos teores de umidade, proteína bruta e cinzas, exceto para o teor de extrato etéreo. Os animais alimentados com cana-de-açúcar apresentaram valores de 74,79; 19,61; 1,03 e 3,71%, respectivamente. Madruga et al. (2008), trabalhando com cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de caroço de algodão, observaram valores médios de 72,3; 23,6; 1,0 e 3,6% para umidade, proteína, cinzas, e extrato etéreo, respectivamente. Os resultados constatados nesse estudo corroboram os encontrados pelos trabalhos citados acima. No entanto, verificou-se teor de extrato etéreo inferior (1,89%). De acordo com Gurtler et al. (1987), a carne dos ovinos do presente estudo pode ser considerada uma carne magra, por apresentar valores inferiores a 5% de gordura.

Os ácidos graxos láurico (C12:00); mirístico (C14:00); miristoléico (C14:01); pentadecenóico (C15:01); palmítico (C16:00); palmitoléico (C16:01); margárico (C17:00); heptadecónóico (C17:01); esteárico (C18:00); vacênico (C18:01t); linoléico (C18:02n6c); CLA (18:02c9t11); eicosatrienóico (C20:03n6); araquidônico (C20:04n6) e eicosapentainoico (C20:05n3) não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pela inclusão dos níveis de farelo de mamona no concentrado (Tabela 5).

Tabela 5 – Composição em ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com diferentes níveis de farelo de mamona destoxificado na dieta

Ácidos graxos	Nível de farelo de mamona (% MS)				Equação de regressão	r <sup>2</sup>	CV (%)	Efeito		
	0	33	66	100				L	Q	C
<b>Saturados</b>										
C12:00 (Láurico)	0,09	0,09	0,11	0,08	$\hat{Y} = 0,09$	-	13,2	0,965	0,418	0,124
C14:00 (Mirístico)	0,87	0,90	1,15	0,96	$\hat{Y} = 0,97$	-	14,1	0,472	0,506	0,360
C15:00 (Pentadecanóico)	6,14	5,47	4,93	6,02	$\hat{Y}_1$	0,88	14,5	0,549	0,016	0,325
C16:00 (Palmítico)	18,99	19,48	19,97	19,78	$\hat{Y} = 19,55$	-	5,22	0,141	0,421	0,719
C17:00 (Heptadecanóico)	3,40	2,84	2,70	3,00	$\hat{Y} = 2,99$	-	19,2	0,219	0,079	0,975
C18:00 (Estearíco)	14,59	14,97	15,15	15,06	$\hat{Y} = 14,94$	-	5,87	0,335	0,523	0,950
C22:00 (Docosanóico)	2,19	2,12	1,84	1,59	$\hat{Y}_2$	0,95	14,3	0,000	0,451	0,612
<b>Monoinsaturados</b>										
C14:01 (Miristoléico)	0,17	0,21	0,22	0,21	$\hat{Y} = 0,20$	-	28,5	0,184	0,343	0,939
C15:01 (Pentadecenóico)	0,26	0,21	0,25	0,28	$\hat{Y} = 0,25$	-	24,7	0,456	0,124	0,353
C16:01 (palmitoléico)	2,11	2,15	2,37	2,14	$\hat{Y} = 2,19$	-	20,3	0,720	0,470	0,439
C17:01 (Heptodeconóico)	1,68	1,47	1,76	1,61	$\hat{Y} = 1,63$	-	20,6	0,884	0,824	0,151
C18:01t (Vacênico)	0,63	0,73	0,63	0,57	$\hat{Y} = 0,64$	-	19,5	0,253	0,121	0,334
C18:01n9 (Oléico)	33,70	34,92	35,51	33,66	$\hat{Y}_3$	0,93	4,6	0,869	0,028	0,537
<b>Polinsaturados</b>										
C18:02n6c (Linoléico)	7,08	6,75	6,24	6,65	$\hat{Y} = 6,68$	-	14,8	0,327	0,378	0,547
C18:03n6 (γ-linolênico)	0,16	0,12	0,11	0,10	$\hat{Y}_4$	0,92	10,9	0,000	0,082	0,442
C18:03n3 (α-linolênico)	0,24	0,16	0,16	0,21	$\hat{Y}_5$	0,99	31,8	0,486	0,019	0,795
18:02c9t11 *(CLA)	0,40	0,44	0,32	0,29	$\hat{Y} = 0,36$	-	18,1	0,198	0,614	0,440
C20:03n6 (eicosatrienóico)	0,42	0,42	0,36	0,47	$\hat{Y} = 0,42$	-	19,0	0,643	0,099	0,114
C20:04n6 (araquidônico)	6,24	6,06	5,66	6,43	$\hat{Y} = 6,10$	-	13,6	0,914	0,179	0,362
C20:05n3 (eicosopentainóico)	0,64	0,58	0,55	0,87	$\hat{Y} = 0,66$	-	23,2	0,247	0,106	0,742

Equação:  $\hat{Y}_1 = 6,21441 - 0,0420854x + 0,0003935x^2$ ;  $\hat{Y}_2 = 2,24764 - 0,00623222x$ ;  $\hat{Y}_3 = 33,6060 + 0,0705527x - 0,000690984x^2$ ;  $\hat{Y}_4 = 0,149358 - 0,000494836x$ ;  $\hat{Y}_5 = 0,240494 - 0,00315453x + 0,0000291195x^2$ ; \*CLA= ácido linoléico conjugado

Analisando os resultados, é possível observar a predominância, no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros da raça Santa Inês, dos ácidos graxos saturados pentadecanóico (5,64%); palmítico (19,55%) e esteárico (14,94%), o monoinsaturado oléico (34,45%) e os poliinsaturados linoléico (6,68%) e araquidônico (6,10%), somando 87,36% do total de ácidos graxos da carne dos cordeiros.

Leão et al. (2011) verificaram, na carne de ovinos, maior concentração dos ácidos graxos saturados mirístico (4,18%), palmítico (26,41%) e esteárico (17,09%) o monoinsaturado oléico (37,93%) e o poliinsaturado linoléico (4,00%), sendo essa composição semelhante à encontrada no presente estudo.

Estudos relacionados com a saúde humana indicam que os ácidos graxos saturados são os que oferecem maiores riscos. Dos ácidos graxos saturados, o láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são os que mais agem no sentido de elevação do nível de proteínas de baixa densidade (LDL), colesterol ruim no sangue. Dentre estes ácidos citados, apenas o palmítico foi encontrado em maior quantidade na carne dos ovinos (Tabela 5), sendo esta uma boa informação, pois estes são os ácidos que merecem mais atenção no sentido de minimizar os prejuízos à saúde. Já o esteárico (C18:00), que também foi encontrado em maior quantidade, não exerce influência neste sentido por ser considerado um ácido graxo neutro, não causando efeitos cardiovasculares negativos.

Ao contrário dos ácidos graxos saturados, que tendem a elevar os níveis de colesterol do sangue, os mono e poliinsaturados são considerados hipocolesterêmios, por serem efetivos na diminuição da concentração do mesmo (Williams, 2000; Valsta et al., 2005).

Dos ácidos graxos insaturados, o ácido oléico (C18:01n9) foi o que mais contribuiu para a composição total dos ácidos graxos da carne (63,91%), enquanto que

os ácidos palmítico (C16:00) e esteárico (C18:00) contribuíram mais intensamente entre os ácidos graxos saturados (42,39 e 32,39%), respectivamente (Tabela 5). A alta proporção de ácido oléico na carne de ovinos pode ser explicada pelo fato do farelo de mamona ser rico nesse ácido graxo, além de ser encontrado, também, em grande quantidade na silagem de cana-de-açúcar (Tabela 3), sendo este ácido graxo bem conhecido pelo seu efeito hipocolesterolêmico. Em função dessas características, pode-se dizer que, dentre as maiores concentrações de ácidos graxos saturados na carne de cordeiros deste trabalho, uma parte pode ser considerada de efeito nulo, haja vista a alta quantidade de ácido esteárico (C18:00) que apresenta efeito neutro sobre o colesterol plasmático em humanos (Bonanome & Grundy, 1988).

Maior concentração de ácido oléico (42,00%) também foi verificada por Oliveira (2011), que trabalhou com cordeiros Santa Inês alimentados com silagem de cana-de-açúcar contendo níveis crescentes de farelo de mamona destoxificado, valor este inferior ao encontrado no presente estudo.

A inclusão de farelo de mamona no concentrado influenciou de forma quadrática negativa ( $P < 0,05$ ) os ácidos graxos pentadecanóico (C15:00) e o  $\alpha$ -linolênico (C18:03n3), apresentando ponto de mínima de 5,08 e 0,15% no nível de 53,47 e 54,16%, respectivamente. Já o ácido oléico (C18:01n9) foi influenciado de forma quadrática positiva, apresentando ponto de máxima de 51,05 no nível de 35,41% de farelo de mamona (Tabela 5).

A presença de ácidos graxos de cadeia ímpar, na maioria dos mamíferos, é pequena, resumindo-se ao pentadecanóico (C15:00) e heptodeconóico (C17:00). O ácido pentadecanóico (C15:00) apresentou a terceira maior concentração dentre os ácidos graxos saturados observado na carne dos cordeiros deste estudo (Tabela 5). Possivelmente, essa maior proporção ocorreu em virtude do maior teor de sacarose da

cana-de-açúcar, que propicia a produção de ácido propiônico no rúmen e favorece a formação dos ácidos graxos de cadeia ímpar pela *síntese de novo* (Fernandes et al., 2009).

Para os ácidos graxos docosanóico (C22:0) e  $\gamma$ -linolênico (C18:3n6), observou-se comportamento linear decrescente, constatando-se decréscimo de 0,006 e 0,0004%, respectivamente, para cada unidade de farelo de mamona adicionada (Tabela 5). Esse padrão de resposta para o ácido  $\gamma$ -linolênico pode ser explicado, possivelmente, pelo fato de que, apesar do aumento desse ácido com a elevação dos níveis de farelo de mamona na dieta (Tabela 3), tem-se que levar em consideração o processo de biohidrogenação que ocorre no rúmen dos animais ruminantes, havendo, assim, a transformação do ácido  $\gamma$ -linolênico em outros ácidos graxos, diminuindo a sua quantidade na carne desses animais.

Não foi verificada influência ( $P>0,05$ ) da inclusão dos níveis de farelo de mamona sobre o teor de ácido graxo linoléico (C18:2 $\omega$ 6), apresentando valor médio de 6,68% (Tabela 5). Valores inferiores aos obtidos neste estudo foram relatados por Zeola et al. (2011), estudando a composição da carne de ovinos em sistemas de produção orgânica e convencional (4,69 e 3,73%), respectivamente, sendo observada diferença entre os sistemas. Já Madruga et al. (2008) não verificaram influência dos níveis de inclusão de caroço de algodão integral (0; 20; 30 e 40%), sobre o teor de ácido graxo linoléico, variando de 10,40% (grupo controle) a 13,41% (grupo com dieta adicionada de 30% de caroço de algodão integral), sendo estes valores superiores ao do presente estudo.

Wood et al. (2003) observaram que músculos com elevados níveis de C18:2 (linoléico) oxidam rapidamente quando aquecidos, produzindo vários compostos voláteis, incluindo os aldeídos pentanal e hexanal, que comprometem a qualidade

aromática da carne. No entanto, no que diz respeito à saúde humana, Oliveira et al. (2008) descreveram que o ácido linoléico tem propriedade de reduzir as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), que são prejudiciais à saúde humana, e aumentar as lipoproteínas de alta densidade (HDL).

Os ácidos graxos poliinsaturado linoléico (C18:2 $\omega$ 6) e alfa linolênico (C18:3 n3) são precursores do ácido linoléico conjugado (CLA), presente na carne de ruminantes, devido ao processo de biohidrogenação incompleta que pode ocorrer desses ácidos. Dessa forma, a dieta que os animais consomem pode influenciar a concentração de CLA na carne. No entanto, neste trabalho, não foi observada influência ( $P>0,05$ ) da adição de farelo de mamona no concentrado para o isômero C18:2 cis-9, trans-11 na carne dos ovinos, apresentando valor médio de 0,36% (Tabela 5). Apesar da pequena quantidade de CLA presente na carne desses animais, deve-se considerar como ponto positivo as propriedades benéficas à saúde humana, como características anticarcinogênica, antidiabética e redução do desenvolvimento de arterosclerose (Rainer e Heiss, 2004).

Analisando as Tabelas 3 e 5, uma possível explicação para essa menor quantidade de CLA na carne dos cordeiros desse trabalho foram: biohidrogenação incompleta e completa das moléculas de ácido linoléico da dieta, produzindo uma maior quantidade do ácido araquidônico (C20:4n6) e esteárico (C18:00), respectivamente.

As variáveis ácidos graxos saturados (AGS); ácidos graxos poliinsaturados (AGPI); família ômega-6 (n6); família ômega-3 (n3); relação AGPI/AGS e n6/n3 não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pela inclusão dos níveis de farelo de mamona no concentrado, apresentando média de 46,12; 14,54; 13,32; 0,83; 0,31 e 18,47%, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6 – Composição em ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com diferentes níveis de farelo de mamona destoxificado na dieta

Ácidos graxos	Nível de farelo de mamona (% MS)				Equação de regressão	r <sup>2</sup>	CV (%)	Efeito		
	0	33	67	100				L	Q	C
AGS	46,27	45,86	45,86	46,49	$\hat{Y} = 46,12$	-	2,45	0,753	0,268	0,907
AGMI	38,55	39,68	40,75	38,47	$\hat{Y}_1$	0,85	4,69	0,807	0,035	0,344
AGPI	15,18	14,55	13,40	15,03	$\hat{Y}=14,54$	-	9,12	0,545	0,063	0,224
AGPI/AGS	0,33	0,32	0,29	0,32	$\hat{Y} = 0,31$	-	9,11	0,493	0,070	0,225
n-6	13,90	13,35	12,37	13,65	$\hat{Y} = 13,32$	-	9,95	0,481	0,107	0,270
n-3	0,88	0,75	0,71	1,09	$\hat{Y} = 0,83$	-	16,7	0,357	0,071	0,965
n-6/n-3	17,08	20,16	19,46	17,34	$\hat{Y} = 18,47$	-	21,0	0,709	0,238	0,238

Equação:  $\hat{Y}_1 = 38,3847 + 0,0791494x - 0,000766480x^2$ .

Esses resultados demonstram que a carne ovina possui maior quantidade de ácidos graxos saturados (46,12%) e monoinsaturados (39,36%), com menor quantidade de poliinsaturados (14,54). No entanto, deve-se considerar que o ácido graxo esteárico (C18:00) soma 14,94% dos ácidos saturados, sendo este considerado um ácido neutro, que não faz mal à saúde humana. Assim, a quantidade dos ácidos saturados que realmente prejudicam a saúde humana é reduzido para 31,18%, ficando esse valor abaixo dos ácidos graxos monoinsaturados.

Leão et al. (2011) encontraram maior proporção dos ácidos graxos saturados (51,34%) e monoinsaturados (40,00%) e menor de poliinsaturados (8,68%), corroborando os resultados do presente trabalho. Na pesquisa de Zeola et al. (2011), a proporção de ácidos graxos saturados (54,29%), monoinsaturados (39,85%) e poliinsaturados (5,87%) seguiu a mesma linearidade.

Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) foram influenciados de forma quadrática positiva pelos níveis de inclusão de farelo de mamona no concentrado, apresentando valor máximo de 51,63% para o nível de 40,43% de farelo de mamona (Tabela 6), sendo que o ácido oléico (18:1n-9) representa 87,50% do total de AGMI (Tabela 5). Os AGMI possuem poder redutor de colesterol e lipoproteína de baixa

densidade (LDL) (Macêdo et al., 2008). Dessa forma, a carne que apresenta maior concentração desse ácido é mais saudável.

Os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) foram quase que exclusivamente compostos por ácidos graxos da família *n*-6, observando-se predominância para os ácidos linoléico (C18:02n6) e araquidônico (C20:04n6), representando 87,89% do total (Tabela 5). De acordo com Ewin, (1997), em algumas passagens metabólicas dos derivados de *n*-6 e *n*-3, são utilizadas as mesmas enzimas, e o excesso de *n*-6 pode levar à deficiência de derivados *n*-3, o que possivelmente pode ter ocorrido no presente estudo.

A relação AGPI:AGS na carne dos ovinos deste trabalho (0,31%) ficou abaixo do valor ideal (0,40%), recomendado pelo Departamento de Saúde do Reino Unido para um alimento ser considerado saudável (Wood et al., 2003). No entanto, esta razão, abaixo da recomendada, ocorreu devido ao alto teor de ácidos saturados, como o esteárico (C18:00), por ser este o principal produto formado da biohidrogenação ruminal completa dos AGPI, apesar deste ácido graxo saturado não causar danos à saúde. De acordo com Scollan et al. (2001), a relação AGPI:AGS geralmente é baixa em ruminantes, ficando em torno de 0,1.

Ao analisar a concentração de AGS, AGMI e AGPI nas dietas (Tabela 3), bem como na carne dos animais (Tabela 6), nota-se redução do percentual dos poliinsaturados e aumento dos demais, confirmando a ocorrência de biohidrogenação.

Oliveira (2011), estudando a carne de ovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar contendo níveis crescentes de farelo de mamona destoxificado, encontrou valor médio (0,11%) para a relação AGPI:AGS, sendo este inferior ao encontrado no presente estudo.

Para a relação n6/n3, foi verificado valor médio de 18,47%. Esta razão está acima do recomendado (inferior a 4), quando se almeja eliminar fatores de risco de doenças como câncer e doenças coronarianas, associados à alimentação (Wood et al., 2003). O aumento da relação n6/n3 pode ser explicado devido à maior quantidade dos ácidos da família n6 na carne dos ovinos do presente estudo, principalmente dos ácidos  $\gamma$ -linoléico (6,68%) e araquidônico (6,10%) (Tabela 5).

Leão et al. (2011), analisando a carne de ovinos alimentados com cana-de-açúcar, observaram razão n6/n3 de 31,08%, valor este bem superior ao encontrado no presente estudo. Esse resultado está relacionado, à menor quantidade de ácidos graxos da família n3 encontrados na carne dos animais do trabalho citado.

### **Conclusão**

Considerando a ausência de efeito da substituição total de farelo de mamona pelo farelo de soja no concentrado para cordeiros sobre a composição química e concentração de ácido linoléico conjugado, e, ainda, o aumento do teor de ácido oléico, recomenda-se a utilização do mesmo como uma alternativa promissora.

## Referências Bibliográficas

- AOAC. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington: AOAC, 1980, 1015p.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.
- BONANOME, A.; GRUNDY, S.M. Effect of dietary steric acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **N. England Journal Medicine**, v.318, n.12, p.1244-1249, 1998.
- EWIN, J. (1997). **O lado sadio das gorduras**. Rio de Janeiro: Campus. p.162.
- FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.705-712, 2009.
- GURTLER, H.; KETZ, H.A.; SCHRODER, L. et al. **Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **Method ISO 5509**. Geneve: ISO, 6 p., 1978.
- Leão, A. G.; Sobrinho, A. G. S.; Moreno, G. M. B.; Souza, H. B. A.; Perez, H. L.; Loureiro, C. M. B. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1072-1079, 2011
- MACEDO, V. P.; GARCIA, C. A.; SILVEIRA A. C et al. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1860-1868, 2008.
- MADRUGA, M.S.; SOUSA, W.H.; ROSALES, M.D et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.309-315, 2005.
- MADRUGA, M.S.; ARAÚJO, W.O.; SOUSA, W.H et al. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1838-1844, 2006.
- MADRUGA, M. S.; VIEIRA, T. R. L.; CUNHA, M. G. G et al. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1496-1502, 2008.

- MONTEIRO, A.L.G.; FERNANDES, M.A.M.; BARROS, C.S. **As pastagens e a qualidade da carne ovina para o consumo humano**. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br>>. Acesso em: 20/03/2013.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervides, and world camelides**. National Academic Press, 2007. 384p.
- OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; CAMPOS, J.M.S. et al. Eficácia de diferentes métodos de destoxificação da ricina do farelo de mamona. In: II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2007, Brasília. **Anais...** CD-ROM Brasília: MCT/ABIPTI, p.1-6, 2007.
- OLIVEIRA, R.L.; LADEIRA, M.M.; BARBOSA, M.A.A.F. et al. Ácido linoléico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, 2008.
- OLIVEIRA, A C. **Farelo de mamona destoxificado na ensilagem de cana-de-açúcar em dietas para ovinos**. 2011. 89f . Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, MG.
- PRATA, L.F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 217p.
- RAINER, L., HEISS, C.J. Conjugated linoleic acid: Health implications and effects on body composition. **Journal American Dietetic Association**. 6, 963–968. 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 2000. SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0. Viçosa, MG. 142p. (manual do usuário).
- SCOLLAN, N.; CHOI, N.; KURT, E. et al. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.115-124, 2001.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p
- SNIFFEN, C.J., OCONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- VALSTA, L.M.; TAPANAINEN, H.; MÄNNISTÖ, S. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, v.70, n.3, p.525-530, 2005.
- WILLIAMS, C.M. Dietary fatty acids human health. **Annales de Zootechnie**, v.49, n.3, p.165-180, 2000.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, n.1, p.21-32, 2003.

ZEOLA, N. M. B. L.; SOBRINHO, A. G. S.; MANZI, G. M. Composição regional e centesimal da carcaça de cordeiros criados nos sistemas de produção orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.12, p.2963-2970, 2011.

## **Conclusões Gerais**

A substituição total de farelo de soja por farelo de mamona, no concentrado, não afeta o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o tempo e a eficiência de alimentação, mas prejudica a eficiência de ruminação e o desempenho dos animais.

Recomenda-se a inclusão de farelo de mamona na dieta de cordeiros Santa Inês, pois não afeta a composição química nem a concentração de ácido linoléico conjugado na carne e, ainda, aumenta o teor de ácido oléico na mesma.