



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

RICARDO ALVES DE ARAÚJO

**TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA POR SOLUÇÕES ALCALINAS EM
DIETAS DE FÊMEAS CAPRINAS LEITEIRAS**

FORTALEZA

2019

RICARDO ALVES DE ARAÚJO

TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA POR SOLUÇÕES ALCALINAS EM DIETAS
DE FÊMEAS CAPRINAS LEITEIRAS

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção de título de Doutor em Zootecnia.
Área de Concentração: Forragicultura

Orientação: Prof. Dr. José Neuman Miranda
Neiva
Coorientação: Dr. Roberto Cláudio Fernandes
Franco Pompeu

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A691t Araújo, Ricardo Alves de.
Torta de mamona destoxificada por soluções alcalinas em dietas de fêmeas caprinas leiteiras/
Ricardo Alves de Araújo – 2019.

258 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva.

Coorientação: Prof. Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu.

1. Caprino. 2. *Ricinus communis*. 3. Destoxificação. 4. Leite. 5. Viabilidade econômica. I.
Título.

CDD 636.08

RICARDO ALVES DE ARAÚJO

TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA POR SOLUÇÕES ALCALINAS EM DIETAS
DE FÊMEAS CAPRINAS LEITEIRAS

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção de título de Doutor em Zootecnia.
Área de Concentração: Forragicultura

Tese defendida e aprovada em 22/02/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Caprinos e Ovinos)

Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Caprinos e Ovinos)

Profa. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Rafael Nogueira Furtado
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Lays Débora Silva Mariz
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Hilton Alves de Araújo e Lindalva Alves de Araújo, pela confiança, incentivo, por todo apoio em minha caminhada, em meus estudos, pelo amor incondicional, conselhos e energia positiva transmitida em todos os momentos, essa conquista não é apenas minha, é nossa. Aos meus irmãos, Rejane, Rogério e Marcos Eduardo pelo apoio, amor. Em especial a Rejane por sempre acreditar em mim. Ao meu cunhado Celso Cabral pelo incentivo e apoio durante a minha vida de estudante. Ao pequeno Dimas pelas companhias e alegrias. À Luíza Carneiro, pelo amor, pela atenção e, especialmente, pela ajuda e companhia durante toda essa fase.

Dedico este trabalho!

Ao Dr Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu, pela amizade, por jamais desamparar-me, por todo apoio e especialmente pela confiança.

Ofereço este trabalho!

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, por sempre iluminar meus caminhos e por jamais deixar faltar forças para vencer os obstáculos, até mesmo os que pareciam sem soluções.

Aos meus pais, Hilton Araújo e Lindalva Araújo, por todo o apoio e pela confiança. Aos meus irmãos, Rejane, Rogério, Marcos Eduardo, ao meu sobrinho Dimas, ao meu cunhado Celso Júnior e a minha querida Luiza Carneiro por todo incentivo durante esta longa caminhada.

A toda minha família: tias, tios, primos, primas, avó Helena, avô Braz, que me apoiaram e se alegraram com a minha conquista. A família “Carneiro da Silva” que me acolheu em Tianguá, me apoiou e abraçou esta causa junto comigo. Em especial ao Seu Domingos, Dona Conceição, Josué, Junior, Neto, Priscila e tia Rosa.

À Universidade Federal do Ceará – UFC, em especial ao Departamento de Zootecnia (DZO) pela oportunidade de realização desse curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo financiamento do projeto de pesquisa intitulado: “Destoxificação da torta de mamona por processos químico em escala industrial e sua utilização na alimentação de pequenos ruminantes”, o qual deu origem a essa tese e pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Caprinos e Ovinos, por disponibilizar suas instalações (além do galpão de Nutrição Animal do Centro Tecnológico de Produção de Leite, os Laboratórios de Forragicultura e Pastagem, de Nutrição Animal, de Bioquímica e a Usina de beneficiamento do leite) para a montagem e condução do experimento.

Ao Professor Dr. José Neuman Miranda Neiva, pela confiança e pelo grande exemplo de conduta profissional, apesar da distância sempre nos auxiliou com sugestões e ensinamentos.

Ao Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu, pelo apoio em momentos difíceis, atenção e pela valiosa e sábia contribuição durante a realização do experimento, por não ter medido esforços com este trabalho e pelos conselhos.

Ao Professor Dr. Magno José Duarte Cândido pelos conselhos e contribuições que foram, sem sombra de dúvidas, cruciais para que o experimento acontecesse.

Ao Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério pelos valiosos ensinamentos, pelas formulações das dietas e pelas dúvidas sanadas, cada conversa valeu como uma verdadeira aula.

Ao Dr. Antônio Vasconcelos do Egito e Dra. Hévilla pelas contribuições e dicas no processo de destoxificação das tortas de mamonas e ensaios de hemaglutinação. Ao Dr Egito agradeço ainda pelas orientações e dicas de concursos e pelo conhecimento de vida repassado a mim, com certeza foram e serão de grande importância.

À professora Patrícia Pimentel pelas valiosas informações na qualificação e direcionamento de alguns pontos da área.

À professora Lays Débora Silva Mariz pelas considerações e informações repassadas durante a defesa desta tese.

Ao Dr. Espedito Cesário pelas valiosas informações a respeito das avaliações econômicas, tanto na análise dos dados quanto nas dúvidas sanadas.

À Dra. Nívea Regina pelas informações e dicas em momentos importantíssimos de tomadas de decisões para o andamento do experimento.

À Dra. Viviane pelos ensinamentos em técnicas de análise do leite e por todos os conselhos e dicas compartilhadas na última fase de avaliação.

Ao Dr. Ronaldo Carlos Lucas pela ajuda durante a condução do experimento, principalmente pelo apoio nas análises químicas em laboratório.

Aos pesquisadores da Embrapa, Dr. Henrique Antunes, Dr. Fernando Guedes, Dr. Rafael Tonucci e Dr. Diego Galvani pelas orientações, conselhos e pela amizade. Ao Dr. Diego agradeço ainda pela boa convivência e receptividade no futebol da Embrapa.

Aos Veterinários da Embrapa, Eduardo e Alexandre Wacker pela competência técnica e ajuda no tratamento sanitário e na reprodução dos animais.

À equipe dos Laboratórios de Nutrição Animal e Bioquímica da Embrapa, Liduína, Marcos André, Marcio Carioca, Lidiane, João Ricardo, Galba e Alex.

Aos colegas Renato Gomes (cabeça de nós todos), Karina, Jéssica Maranguape, Claudelice, Gisele, Anaclaudia, Diana, Ivanderlete, Jefte Arnon e Alan na coleta de dados do comportamento e de sangue dos animais.

Aos colegas Bolsistas de Iniciação Científica do CNPQ e FUNCAP, Milena e Getulho, respectivamente, pela ajuda indispensável na coleta de dados. Ao Getulho, agradeço ainda pelo apoio nas análises químicas em alguns momentos e pelo apoio na tabulação dos dados.

Aos amigos da Pós-graduação, em especial os colegas Abner Girão, Eduardo, Marcos Neves, Rafael Furtado, Juliana Rodrigues, Leane Veras, Shirlenne Ferreira, pela amizade, pelos conselhos e sugestões. A amiga Shirlenne agradeço ainda pelas orações, mensagens de apoio e boa convivência na universidade e em casa.

Aos amigos da república “Cabaré das Agrárias”, Thyarlon, Clemente Fernandes, Samuel Maranhão, Mário pelos momentos de descontração, conversas e amizade. Aos amigos Clemente e Samuel agradeço ainda pela verdadeira amizade, conselhos, brincadeiras e pela disposição a todo o momento e a qualquer hora, onde nunca mediram esforços para me ajudar, serão sempre lembrados.

Aos seguranças da Embrapa pelas conversas de tantos finais de semana e feriados e pela agradável convivência, em especial ao Seu Nascimento, Tadeu, Joselino e Cidcley.

Aos manejadores dos animais, em especial o Seu Toinho, Zequinha, Diniz, Gonzaga, Lino e Chiquinho e aos técnicos de campo senhor Fábio e Edilson Ribeiro.

Aos amigos e companheiros de vida, Clésio Santos, Francisco Naysson e Sebastião Régis que desde a graduação caminham comigo na busca do conhecimento, pela amizade e apoio nas horas mais difíceis, pois a verdadeira amizade sempre prevaleceu. Aos amigos Clésio e Naysson agradeço ainda pela valiosa contribuição das grandes vitórias conquistadas nos últimos anos, vocês são essenciais na minha vida, tanto profissional quanto pessoal, pois sem a presença de vocês dois em minha vida, talvez essa jornada teria sido bem mais difícil, obrigado por tudo, meus amigos!

À Professora Dra. Rosane Cláudia Rodrigues, pela amizade desde a graduação e pela presença efetiva em momentos de conquistas importantes em minha vida, sendo a grande responsável por me direcionar à pesquisa e docência. A todos os professores que me ensinaram e orientaram durante toda a minha vida como estudante, em especial a professora Maria José que tanto me ajudou no ensino médio e me direcionou ao mundo acadêmico. Apesar da distância de hoje, sou muito grato por tudo que fez por mim.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente fizeram parte desta jornada.

Meus sinceros agradecimentos!

Uma homenagem ao meu Maranhão

“Ser maranhense é ser nordestino, nortista e ao mesmo tempo nenhum dos dois. É ser brasileiro em sua máxima expressão e inteiramente tropical, colorido, hospitaleiro, musical e festeiro. É nascer poeta, escritor, artesão, lúdico e sorridente, boieiro, sambista, batuqueiro e regueiro. É levar a alegria na alma, ser mulato, caboclo, cafuzo, negro, branco e índio. É a simplicidade e a humildade materializadas. É falar um português correto, mas também caboclo. É apreciar arroz de cuxá, juçara, sabores do norte e nordeste, mar e sertão. É ter orgulho das nossas belezas naturais, quebradeiras de coco e mata dos cocais. É ser tão diverso e único quanto o torrão, que é a síntese natural e cultural do país.

Ser maranhense é, acima de tudo, ter imenso prazer e orgulho de sê-lo”

(Maria Inez Silva Queiroz)

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho desenvolver uma forma eficiente e viável de destoxificação da torta de mamona, e avaliar o seu efeito como potencial substituto do farelo de soja sobre o desempenho produtivo e bioeconômico de cabras leiteiras nas diferentes fases produtivas. No primeiro capítulo foram testados dois produtos alcalinos, sendo eles: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e NaOH , diluídos em diferentes volumes de água sobre a inativação da ricina e *ricinus aglutina*, composição química, degradabilidade *in situ* e fracionamento de proteínas da torta de mamona destoxificada. Observou-se a utilização de 90 e 60 gramas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e NaOH , respectivamente conseguiu destoxificar 100% da TMB, ambas diluídas em 2.000 ml de água. No segundo capítulo objetivou-se avaliar a influência da substituição do farelo de soja (FS) pela torta de mamona destoxificada (TMD) sobre o desempenho de cabritas durante o crescimento. A inclusão de TMD na dieta de cabritas em confinamento é uma opção atraente, considerando que as cabras alimentadas com TMD apresentam melhor conversão alimentar e seu uso não provoca alterações hepáticas e renais. No terceiro capítulo avaliou-se a influência da substituição do FS pela TMD sobre o comportamento alimentar e parâmetros fisiológicos de cabritas. Quando usada na composição de dietas para caprinos em fase de crescimento, a TMD NaOH leva à redução do CMS, bem como da FDN. No quarto capítulo avaliou-se a influência da total substituição FS pela TMD sobre a viabilidade econômico-financeira na produção de matrizes leiteiras. O uso das TMD não compromete a viabilidade econômica dos sistemas, porém quando comparados aos sistemas que utiliza a dieta padrão, apresentam menor rentabilidade. No quinto capítulo avaliou-se a influência da substituição do FS pela TMD sobre o desempenho de cabras durante as fases gestacionais. Durante o terço final de gestação, as cabras diminuem de forma acentuada o consumo de MS e de nutrientes. No sexto capítulo foi avaliado o comportamento alimentar e parâmetros fisiológicos de cabras durante as fases gestacionais. Os parâmetros fisiológicos são influenciados tanto pelas dietas quanto pelas fases gestacionais, porém sem alterações negativas que indiquem estresse ou desconforto animal. No sétimo capítulo avaliou-se o desempenho de cabras lactantes com TMD. Ambas as tortas diminuem a produção de leite durante o período lactacional, porém a TMD NaOH proporcionou elevada eficiência produtiva. Apesar das tortas diminuírem o rendimento do leite, a TMD NaOH não alterou de forma negativa o teor de ácidos graxos desejáveis e benéficos à saúde humana, ao contrário da TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$. No oitavo capítulo foi avaliado o comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de cabras em lactação. As cabras da dieta TMD NaOH consumiram maiores quantidades de água. Os parâmetros fisiológicos ficaram dentro dos

padrões normais. No nono capítulo foi analisada a viabilidade econômico-financeira do uso da torta destoxificada por soluções alcalinas na produção de cabritos/as de origem leiteira, além da comercialização do leite produzido pelas cabras alimentadas com TMD e FS. Todas as dietas apresentaram baixo tempo de retorno do investimento aplicado, com valores inferiores a três anos para as Saanen, com destaque para o sistema que utiliza TMD NaOH.

Palavras chave: Caprino. Destoxificação. Leite. *Ricinus communis*. Viabilidade econômica

ABSTRACT

The objective of this work was to develop an efficient and viable detoxification of castor cake, and to evaluate its effect as a potential replacement of soybean meal on the productive and performance of dairy goats at different stages of production. In the first chapter were tested two alkaline products, they are: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and NaOH , diluted in different volumes of water on the inactivation of ricin and ricinus agglutinates, chemical composition, in situ degradability and fractionation of proteins of the detoxified castor. It was observed that the use of 90 and 60 grams of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and NaOH , respectively managed to destoxificar 100% of the DCC, both diluted in 2,000 ml of water. In the second chapter of this study was to evaluate the influence of the substitution of soybean meal (SM) by detoxified castor (DCC) on the performance of goat's kids during growth. The inclusion of DCC in the diet of goat's kids in confinement is an attractive option, whereas the goats fed with DCC present better feed conversion and its use does not cause changes in liver and kidney. In the third chapter we evaluated the influence of the substitution of SM by DCC on the feeding behavior and physiological parameters of goat's kids. When used in the composition of diets for goats in the growth phase, the NaOH DCC leads to reduction of DMI, as well as the NDF. In the fourth section we evaluated the influence of total replacement SM by DCC on the economic and financial viability in the production of dairy matrices. The use of the DCC does not compromise the economic viability of the systems, but when compared to systems that uses the standard diet, show lower profitability. In the fifth section we evaluated the influence of the substitution of SM by DCC on the performance of goats during the stages of pregnancy. During the final third of gestation, the goats reduce sharply the DM intake and nutrients. In the sixth chapter was evaluated food behavior and physiological parameters of goats during the stages of pregnancy. The physiological parameters are influenced both by the diets as the stages of pregnancy, but without negative changes indicating that animal stress or discomfort. In the seventh chapter we evaluated the performance of lactating goats with DCC. Both pies decrease milk production during the lactational period, however, the NaOH DCC provided high productive efficiency. In spite of the pies diminish the yield of milk, the NaOH DCC did not affect negatively the content of fatty acids desirable and beneficial to human health, unlike the $\text{Ca}(\text{OH})_2$ DCC. In the eighth chapter was evaluated the ingestive behavior and physiological parameters of lactating goats. The goats of NaOH DCC diet consumed larger quantities of water. The physiological parameters were within the normal standards. In the ninth chapter was analyzed the economic and financial viability of the use of

the detoxified castor cake by alkaline solutions in the production of goats of dairy origin, in addition to the marketing of milk produced by goats fed with DCC and SM. All of the diets had low time of return on investment applied, with values of less than three years for the Saanen, with emphasis on the system that uses NaOH DCC.

Keywords: Goats. Detoxification. Milk. *Ricinus communis*. Economic viability

LISTA DE FIGURAS

Introdução

- Figura 1 – Mecanismo de ação da ricina..... 33
- Figura 2 – Esquematização temporal das fases experimentais com cabras Saanen e Anglo Nubiana alimentadas com ração contendo torta de mamona destoxificada por diferentes soluções alcalinas em substituição ao farelo de soja..... 35
- Figura 3 – Diagrama das fases experimentais com cabras Saanen e Anglo Nubiana alimentadas com ração contendo torta de mamona destoxificada por diferentes soluções alcalinas em substituição ao farelo de soja..... 36

Capítulo I

- Figura 1 – Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com hidróxido de cálcio $[Ca(OH)_2]$ em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta) e níveis de água (1: 1000 mL/kg de torta, 2: 1500 mL/kg de torta, 3: 2000 mL/kg de torta, 4: 2500 mL/kg de torta), PM: Marcador de massa molecular (kDa), L: Lectinas..... 47
- Figura 2 – Presença de lectinas citotóxicas (%) e atividades hemaglutinante (UH/mL) presentes na torta de mamonas tratada com 90 gramas de hidróxido de cálcio $[Ca(OH)_2]$ em diferentes concentrações de água, obtidos através da quantificação das lectinas por densitometria dos géis de eletroforese e ensaio de hemaglutinação com hemácias de coelho..... 48
- Figura 3 – Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com hidróxido de sódio (NaOH) em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta) e níveis de água (1: 1000 mL/kg de torta, 2: 1500 mL/kg de torta, 3: 2000 mL/kg de torta, 4: 2500 mL/kg de torta), PM: Marcador de massa molecular (kDa), L: Lectinas..... 48
- Figura 4 – Presença de lectinas citotóxicas (%) e atividades hemaglutinante (UH/mL) presentes na torta de mamonas tratada com 60 gramas de hidróxido de sódio (NaOH) em diferentes concentrações de água, obtidos através da quantificação das lectinas por densitometria dos géis de eletroforese e ensaio de hemaglutinação com hemácias de coelho..... 49

Figura 5	– Caracterização eletroforética das lectinas citotóxicas presentes na torta de mamona tratada com hidróxido de cálcio (A) e hidróxido de sódio (B) em diferentes coletas no tempo (horas). PM: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas	50
Figura 6	– Degradação total (%) das lectinas citotóxicas presentes na torta da mamona tratada com hidróxido de cálcio [Ca(OH) ₂] e hidróxido de sódio (NaOH) nas proporções de 90 e 60 g, respectivamente, para cada kg de torta diluída em 2.000 mL de água em diferentes coletas no tempo.....	51
Figura 7	– Degradabilidade da MS das tortas de mamonas destoxificadas por hidróxido de cálcio [Ca(OH) ₂] e hidróxido de sódio (NaOH).....	54

Capítulo II

Figura 1	– Estimativa do peso em função da idade, obtidos pelo modelo Logístico em cabritas de aptidão leiteira alimentadas com dietas com TMD em substituição ao farelo de soja.....	66
Figura 2	– Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH) ₂); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).....	68
Figura 3	– Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.....	69

Capítulo III

Figura 1	– Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH) ₂); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).....	95
----------	--	----

Figura 2 – Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.....	96
--	----

Capítulo IV

Figura 1 – Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).....	118
--	-----

Figura 2 – Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.....	119
--	-----

Capítulo V

Figura 1 – Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).....	141
--	-----

Figura 2 – Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.....	141
--	-----

Capítulo VI

- Figura 1 – Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH)..... 164
- Figura 2 – Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho..... 165

Capítulo VII

- Figura 1 – Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH)..... 185
- Figura 2 – Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho..... 186
- Figura 3 – Curvas de lactação estimadas pelo Modelo de Nelder para cabras Anglo Nubiana (A) e Saanen (B) alimentadas com dietas contendo farelo de soja (FS); Anglo Nubiana (C) e Saanen (D) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de Cálcio [TMD Ca(OH)_2]; Anglo Nubiana (E) e Saanen (F) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio [TMD NaOH]..... 193

Capítulo VIII

- Figura 1 – Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH)..... 215
- Figura 2 – Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho..... 216

Capítulo IX

- Figura 1 – Representação do sistema de criação de cabras leiteiras com a finalidade de produção de leite e crias desmamadas durante dois anos..... 234
- Figura 2 – Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH)..... 240
- Figura 3 – Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH)..... 240

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

- Tabela 1 – Fracionamento da proteína bruta de diferentes tortas de mamona tratadas com soluções químicas alcalinas..... 52
- Tabela 2 – Parâmetros de degradação ruminal in situ (α , β e c) da MS e degradabilidade efetiva da MS nas taxas de passagem de 2, 5 e 8 % h-1 das tortas de mamona bruta e após a destoxificação..... 54
- Tabela 3 – Composição químico-bromatológica da torta de mamona bruta e após a destoxificação por diferentes produtos alcalinos..... 56

Capítulo II

- Tabela 1 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais..... 64
- Tabela 2 – Proporção dos ingredientes e composição química das dietas..... 65
- Tabela 3 – Consumo de matéria seca (CMS) em gramas por dia e em % do peso corporal (PC), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e energia metabolizável (CEM) por cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja durante a Fase I (Dos 60 aos 298 dias de vida)..... 72
- Tabela 4 – Consumo de matéria seca (CMS) em gramas por dia e em % do peso corporal (PC), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e energia metabolizável (CEM) por cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja durante a Fase II (Dos 299 aos 345 dias de vida)..... 73
- Tabela 5 – Digestibilidade da matéria seca (CMS), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE) e fibra em detergente neutro (DFDN) em cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja durante a Fase I (Dos 60 aos 298 dias de vida).... 74
- Tabela 6 – □ Digestibilidade da matéria seca (CMS), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE) e fibra em detergente neutro (DFDN) em cabritas de aptidão

leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja durante a Fase II (Dos 299 aos 345 dias de vida).....	75
Tabela 7 – Ganho médio diário (GMD), ganho de peso total (GPT) e conversão alimentar (CA) em cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.....	76
Tabela 8 – Nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio urinário (NU), nitrogênio retido (NR) e balanço de nitrogênio (BN) em cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.....	77
Tabela 9 – Creatinina (CRE), bilirrubina direta (BD), bilirrubina total (BT), proteínas totais (PT), albumina (ALB), ureia (URE), fosfatase alcalina (FA), alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST) e gama-glutamyltransferase (GGT) em cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.....	78

Capítulo III

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.....	93
Tabela 2 – Proporção dos ingredientes e composição química das dietas.....	94
Tabela 3 – Consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNCP), tempo de alimentação (TAL), de ruminação (TRUM), em outras atividades (TOATIV) e em ócio (TOCIO) de cabritas de aptidão leiteira alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja na fase de recria.....	98
Tabela 4 – Eficiência de alimentação da matéria seca (EAL_{MS}), da fibra em detergente neutro (EAL_{FDN}), Eficiência de ruminação da matéria seca (ERU_{MS}) da fibra em detergente neutro (ERU_{FDN}), tempo de mastigação total (TMT) e número de bolos ruminais (NBR) de cabritas de aptidão leiteira alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja na fase de recria.....	99

Tabela 5 – Ingestão de água (IA), micções (MIC) e defecações (DEF) de cabritas de aptidão leiteira alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja na fase de recria..... 101

Tabela 6 – Frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura superficial corpórea (TSC) de cabritas de aptidão leiteira alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja na fase de recria..... 101

Capítulo IV

Tabela 1 – Custos com materiais e mão-de-obra para construção de um galpão de alvenaria com 144 metros quadrados cobertos e capacidade para 72 cabras. 113

Tabela 2 – Valores médios dos parâmetros zootécnicos de cabritas alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante a fase de crescimento.... 115

Tabela 3 – Composição química dos ingredientes das dietas..... 116

Tabela 4 – Proporção dos ingredientes e composição química das dietas..... 117

Tabela 5 – Custos com materiais e ingredientes utilizados para destoxificar torta de mamona bruta com diferentes soluções alcalinas..... 118

Tabela 6 – Custos anuais para a produção de 144 matrizes leiteiras alimentadas com dieta padrão formulada a base de farelo de soja e dietas com torta de mamona destoxificada com diferentes soluções alcalinas (valor em espécie e porcentagem para cada componente)..... 120

Tabela 7 – Custo médio da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 144 cabras alimentadas com dieta padrão formulada a base de farelo de soja..... 122

Tabela 8 – Custo médio da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 144 cabras alimentadas com dieta padrão formulada a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio..... 123

Tabela 9 – Custo médio da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 144 cabras alimentadas com dieta padrão formulada a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio..... 123

Tabela 10	– Indicadores econômicos da produção matrizes de pura origem (PO) na cidade de Sobral alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	124
Tabela 11	– Análise financeira da produção de matrizes de caprinas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	126
Tabela 12	– Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de farelo de soja.....	128
Tabela 13	– Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de farelo de soja.....	128
Tabela 14	– Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.....	129
Tabela 15	– Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.....	129
Tabela 16	– Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.....	130
Tabela 17	– Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.....	131

Capítulo V

Tabela 1	– Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.....	139
Tabela 2	– Proporção dos ingredientes e composição química das dietas.....	140
Tabela 3	– Consumo de matéria seca e nutrientes por cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.....	155
Tabela 4	– Peso e escore de condição corporal de cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos	

alcalinos em substituição ao farelo de soja durante a gestação e peso de cabritos gerados.....	146
Tabela 5 – Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.....	146
Tabela 6 – Balanço de nitrogênio em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.....	147
Tabela 7 – Parâmetros sanguíneos em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.....	148

Capítulo VI

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.....	163
Tabela 2 – Proporção dos ingredientes e composição química das dietas.....	164
Tabela 3 – Comportamento alimentar de cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.....	168
Tabela 4 – Eficiência alimentar e ruminal em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.....	170
Tabela 5 – Frequência de ingestão de água, micções e defecações por cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.....	171
Tabela 6 – Frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal e temperatura superficial corpórea em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.....	171

Tabela 7	– Parâmetros sanguíneos em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.....	148
----------	--	-----

Capítulo VII

Tabela 1	– Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.....	184
Tabela 2	– Proporção dos ingredientes e composição química das dietas.....	185
Tabela 3	– Composição dos ácidos graxos das dietas experimentais (%).....	186
Tabela 4	– Consumo de matéria seca e nutrientes por cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	192
Tabela 5	– Digestibilidade aparente em cabras lactantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	192
Tabela 6	– Balanço de nitrogênio em cabras lactantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	193
Tabela 7	– Parâmetros sanguíneos de cabras lactantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	194
Tabela 8	– Produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLCG), eficiência alimentar na produção de leite (EAPL) e produção de leite total (PLT) de cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	194
Tabela 9	– Composição físico-química do leite de cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	197
Tabela 10	– Perfil dos ácidos graxos (g/100 g de ácidos graxos) do leite de cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	198

Tabela 11 – Somatórios e relações dos principais ácidos graxos presentes na gordura do leite de cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	199
---	-----

Capítulo VIII

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.....	216
Tabela 2 – Proporção dos ingredientes e composição química das dietas.....	217
Tabela 3 – Consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNCP), tempo de alimentação (TAL), de ruminação (TRUM), em outras atividades (TOATIV) e em ócio (TOCIO) de cabras em lactação alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.....	221
Tabela 4 – Eficiência de alimentação da matéria seca (EALMS), da fibra em detergente neutro (EALFDN), Eficiência de ruminação da matéria seca (ERUMS) da fibra em detergente neutro (ERUFDN), tempo de mastigação total (TMT) e número de bolos ruminais (NBR) de cabras em lactação alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja na fase de recria.....	223
Tabela 5 – Ingestão de água (IA), micções (MIC) e defecações (DEF) de cabras em lactação alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.....	224
Tabela 6 – Frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura superficial corpórea (TSC) cabras em lactação alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.....	225

Capítulo IX

Tabela 1 – Custos com materiais e mão-de-obra para construção de um galpão de alvenaria com 72 metros quadrados e capacidade para 72 cabras.....	236
Tabela 2 – Consumo de matéria (CMS) durante a gestação e lactação e produção de leite (PL) e produção de leite por cabras alimentadas com dietas contendo	

	torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	237
Tabela 3	– Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.....	239
Tabela 4	– Proporção dos ingredientes e composição química das dietas na fase de gestação.....	240
Tabela 5	– Proporção dos ingredientes e composição química das dietas durante a fase de lactação.....	241
Tabela 6	– Custos com materiais e ingredientes utilizados para destoxificar torta de mamona bruta com diferentes soluções alcalinas.....	242
Tabela 7	– Custos para a produção de 72 cabras leiteiras durante o primeiro ano alimentadas com dieta padrão formulada a base de farelo de soja e dietas com torta de mamona destoxificada com diferentes soluções alcalinas (valor em espécie e porcentagem para cada componente).....	244
Tabela 8	– Custo médio anual da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 72 cabras leiteiras Saanen e Anglo Nubianas alimentadas com dieta padrão formulada a base de farelo de soja.....	246
Tabela 9	– Custo médio anual da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 72 cabras Saanen e Anglo Nubianas alimentadas com dieta formulada a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio...	247
Tabela 10	– Custo médio anual da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 72 cabras Saanen alimentadas com dieta formulada a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.....	248
Tabela 11	– Indicadores econômicos da produção matrizes de pura origem (PO) na cidade de Sobral alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	249
Tabela 12	– Análise financeira da produção de matrizes de caprinas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.....	251

Tabela 13 – Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de farelo de soja.....	252
Tabela 14 – Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.....	253
Tabela 15 – Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.....	253
Tabela 16 – Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.....	254
Tabela 17 – Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.....	254

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	32
2	CAPÍTULO I: DESTOXIFICAÇÃO E PERFIL NUTRICIONAL DA TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA POR DIFERENTES SOLUÇÕES ALCALINAS.....	39
2.1	Introdução.....	41
2.2	Material e métodos.....	42
2.2.1	<i>Tratamentos químicos da torta de mamona.....</i>	42
2.2.2	<i>Extração das proteínas solúveis presentes na torta de mamona.....</i>	43
2.2.3	<i>Caracterização eletroforética das tortas de mamona.....</i>	43
2.2.4	<i>Densitometria para quantificação da eficiência de degradação das lectinas...</i>	43
2.2.5	<i>Bioensaios para verificar a atividade aglutinante das lectinas.....</i>	44
2.2.6	<i>Degradabilidade in situ.....</i>	44
2.2.7	<i>Fracionamento de proteínas.....</i>	45
2.2.8	<i>Análises químicas.....</i>	46
2.2.9	<i>Análise estatística.....</i>	46
2.3	Resultados e discussão.....	46
2.4	Conclusão.....	56
3	CAPÍTULO II: DESEMPENHO, PARÂMETROS NUTRICIONAIS E FUNÇÃO HEPÁTICA E RENAL DE CABRITAS RECEBENDO DIETAS CONTENDO TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA COM DIFERENTES SOLUÇÕES ALCALINAS.....	59
3.1	Introdução.....	61
3.2	Material e métodos.....	62
3.2.1	<i>Área experimental e período de ensaio.....</i>	62
3.2.2	<i>Animais, delineamento experimental e dietas.....</i>	63
3.2.3	<i>Manejo e coleta de dados.....</i>	65
3.2.4	<i>Destoxificação e medição de ricina.....</i>	68
3.2.5	<i>Análise química e biológica.....</i>	70
3.2.6	<i>Análise estatística.....</i>	71
3.3	Resultados.....	71
3.3.1	<i>Consumo de matéria seca e nutrientes.....</i>	71

3.3.2	<i>Digestibilidade da matéria seca e nutrientes.....</i>	74
3.3.3	<i>Desempenho e conversão alimentar.....</i>	75
3.3.4	<i>Balanco de nitrogênio.....</i>	75
3.3.5	<i>Parâmetros sanguíneos.....</i>	77
3.4	Discussão	79
3.5	Conclusão.....	84
4	CAPÍTULO III: COMPORTAMENTO INGESTIVO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CABRITAS RECRIADAS CONSUMINDO DIETAS CONTENDO TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA.....	89
4.1	Introdução.....	91
4.2	Material e métodos.....	92
4.2.1	<i>Área experimental e período de ensaio.....</i>	92
4.2.2	<i>Animais, delineamento experimental e dietas.....</i>	92
4.2.3	<i>Destoxificação e medição de ricina.....</i>	94
4.2.4	<i>Análise química.....</i>	96
4.2.5	<i>Avaliação do comportamento ingestivo.....</i>	97
4.2.6	<i>Avaliação dos parâmetros fisiológicos.....</i>	97
4.2.7	<i>Análise estatística.....</i>	98
4.3	Resultados.....	98
4.4	Discussão.....	102
4.5	Conclusão.....	105
5	CAPÍTULO IV: VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NO USO DA TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA POR SOLUÇÕES ALCALINAS NA PRODUÇÃO DE MATRIZES DE CABRAS LEITEIRAS.....	110
5.1	Introdução.....	112
5.2	Material e métodos.....	113
5.3	Resultados e discussão.....	120
5.4	Conclusão.....	130
6	CAPÍTULO V: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E PERFIL METABÓLICO E NUTRICIONAL DE CABRAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA EM DIFERENTES FASES GESTACIONAIS.....	134

6.1	Introdução.....	137
6.2	Material e métodos.....	137
6.2.1	<i>Área experimental e período de ensaio.....</i>	137
6.2.2	<i>Animais, delineamento experimental e dietas.....</i>	137
6.2.3	<i>Manejo e coleta de dados.....</i>	142
6.2.4	<i>Destoxificação e medição de ricina.....</i>	143
6.2.5	<i>Análise química e biológica.....</i>	143
6.2.6	<i>Análise estatística.....</i>	144
6.3	Resultados.....	144
6.4	Discussão	153
6.5	Conclusão.....	154
7	CAPÍTULO VI: COMPORTAMENTO INGESTIVO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CABRAS ALIMENTADAS COM TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA EM DIFERENTES FASES GESTACIONAIS.....	158
7.1	Introdução.....	160
7.2	Material e métodos.....	161
7.2.1	<i>Área experimental e período de ensaio.....</i>	161
7.2.2	<i>Animais, delineamento experimental e dietas.....</i>	161
7.2.3	<i>Destoxificação e medição de ricina.....</i>	163
7.2.4	<i>Manejo e coleta de dados.....</i>	165
7.2.5	<i>Análise estatística.....</i>	167
7.3	Resultados.....	167
7.4	Discussão.....	171
7.5	Conclusão.....	174
8	CAPÍTULO VII: VALOR NUTRITIVO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA.....	178
8.1	Introdução.....	180
8.2	Material e métodos.....	181
8.2.1	<i>Área experimental e período de ensaio.....</i>	181
8.2.2	<i>Animais, delineamento experimental e dietas.....</i>	181
8.2.3	<i>Destoxificação e medição de ricina.....</i>	184

8.2.4	<i>Manejo e coleta de dados.....</i>	186
8.2.4	<i>Análise físico-química e biológica.....</i>	188
8.2.5	<i>Análise estatística.....</i>	189
8.3	Resultados.....	190
8.4	Discussão.....	198
8.5	Conclusão.....	203
9	CAPÍTULO VIII: COMPORTAMENTO INGESTIVO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CABRAS ALIMENTADAS COM TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA EM DIFERENTES FASES GESTACIONAIS.....	209
9.1	Introdução.....	211
9.2	Material e métodos.....	211
9.2.1	<i>Área experimental e período de ensaio.....</i>	211
9.2.2	<i>Animais, delineamento experimental e dietas.....</i>	212
9.2.3	<i>Destoxificação e medição de ricina.....</i>	214
9.2.3	<i>Análise química.....</i>	216
9.2.3	<i>Avaliação do comportamento ingestivo.....</i>	217
9.2.4	<i>Avaliação dos parâmetros fisiológicos.....</i>	217
9.2.5	<i>Análise estatística.....</i>	218
9.3	Resultados.....	218
9.4	Discussão.....	222
9.5	Conclusão.....	225
10	CAPÍTULO X: VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NO USO DA TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA POR SOLUÇÕES ALCALINAS NA PRODUÇÃO DE LEITE E CRIAS DESMAMADAS.....	230
10.1	Introdução.....	232
10.2	Material e métodos.....	232
10.3	Resultados e discussão.....	241
10.4	Conclusão.....	252
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES.....	254
	REFERÊNCIAS.....	257
	APÊNDICE A - FOTOGRAFIAS DO EXPERIMENTO.....	259

1 INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção de ruminantes a pasto, quando a disponibilidade e/ou qualidade da forragem diminui, são comumente utilizados os alimentos volumosos conservados na forma de silagens ou feno. Outra alternativa que pode minimizar os transtornos causados por tais intempéries é o confinamento dos animais. Contudo, a estabulação dos animais necessita de maiores investimentos com estrutura, mão de obra e principalmente com planos nutricionais que tragam retorno econômico ao produtor, pois quanto maior for o investimento, maiores serão os riscos de mercado, o que tem levado produtores e pesquisadores a buscarem alimentos alternativos que apresentem qualidade similar aos ingredientes comumente usados nas rações, como milho e farelo de soja, mas que por não se tratarem de *commodities*, são comercializados a preços mais competitivos, tornando-os uma alternativa interessante para o uso na alimentação de ruminantes.

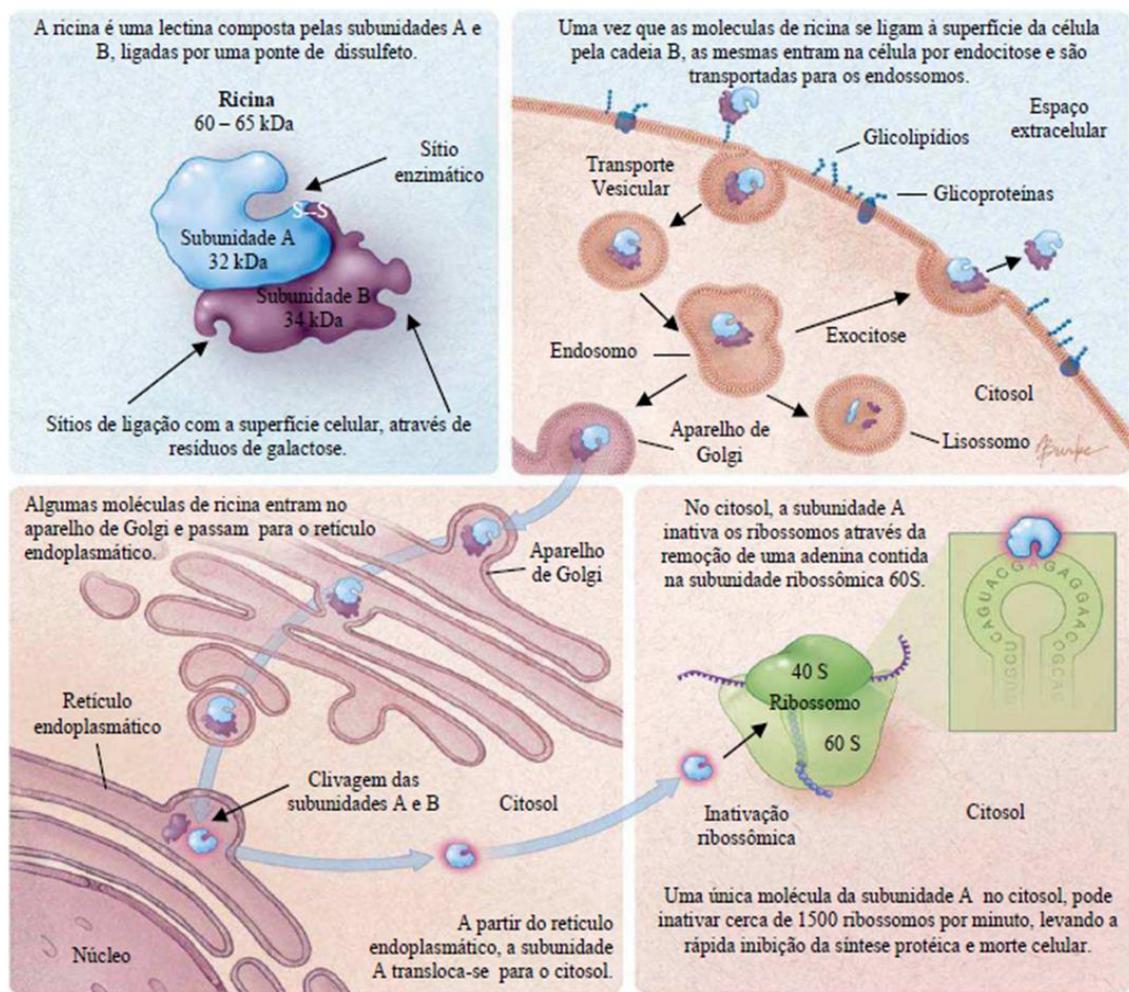
Entre esses alimentos, destacam-se os subprodutos da cadeia do biodiesel, os quais têm representado um dos principais campos de pesquisa em nutrição de ruminantes, principalmente em países tropicais nos últimos dez anos. Estudar estas alternativas de alimentos pode trazer benefícios para a composição de dietas de ruminantes, garantindo, em muitos casos, maior disponibilidade de alimentos e possível aumento da eficiência de produção, devido à redução dos custos.

Entre esses subprodutos destaca-se a torta de mamona, sendo um alimento concentrado protéico, correspondendo a 80% do teor de proteína bruta (PB) do farelo de soja, com degradabilidade ruminal efetiva da PB intermediária entre o farelo de soja e o farelo de algodão (MOREIRA et al., 2003). Apesar do potencial de utilização da torta de mamona na alimentação de ruminantes, como substituto de fontes tradicionais de proteína (farelo de soja e farelo de algodão), o que poderia agregar maior valor e renda à cadeia produtiva, este produto tem sido utilizado somente como fertilizante orgânico controlador de nematoides, devido a limitações relacionadas à sua toxidez e alergenicidade (SEVERINO, 2005). A toxidez da mamona é causada pela presença de quatro substâncias: ricina (uma proteína), *ricinus aglutinina* (uma proteína), ricinina (um alcalóide) e CB-1A (um complexo alergênico), (DANG & VAM DAMME, 2015). Entre as quatro substâncias presentes, a ricina é o principal fator antinutricional devido à alta toxicidade.

A toxidade da ricina é conhecida há mais de um século, mas somente no final da década de 80 é que foi descrito o seu mecanismo de ação (ENDO & TSURUG, 1988). A ricina se classifica como uma lectina, componente do grupo das “proteínas inativadoras de ribossomos”,

compostas por duas subunidades de funções biológicas distintas. A subunidade A inativa específica e irreversivelmente os ribossomos eucarióticos, impedindo a síntese protéica. Já a subunidade B encontra-se ligada à membrana celular e à subunidade A, e permite a entrada desta por endocitose para o citosol (OLSNES et al., 1974; ENDO & TSURUGI, 1988). Assim, se quebradas as ligações entre as duas subunidades, as partes resultantes não são tóxicas em células eucarióticas (AUDI et al., 2005). Na Figura 1 está exemplificado, de forma didática, o processo de ação da ricina em células eucariontes.

Figura 1 - Mecanismo de ação da ricina. Fonte: adaptado por Audi et al. (2005).



Ainda é um grande desafio para pesquisadores da área de nutrição animal um processo de detoxificação da torta de mamona com viabilidade econômica. Tem havido esforço significativo de grupos de pesquisa no Brasil, entre eles, a Embrapa Caprinos e Ovinos, a Universidade Federal do Ceará e a Universidade Federal de Viçosa, na detoxificação da torta e do farelo de mamona e na avaliação desse subproduto em dietas para pequenos ruminantes.

Em 1985 a UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) em parceria com a “Texas A & M University” conduziram um grande projeto com o objetivo de tornar viável um processo industrial conjugado para destoxificação da torta de mamona, tendo em vista a economicidade e viabilidade técnica, sem prejuízo significativo do valor nutricional, de forma que fosse aplicável como alimento animal (SEVERINO, 2005). O projeto teve sucesso e em 1988 foi apresentado um processo para produzir a torta de mamona destoxificada e livre de alérgenos, no qual se utilizou um extrusor para aumentar a temperatura e a pressão e promover um processo contínuo, sendo a torta misturada com hidróxido de cálcio e água. Embora o projeto tenha sido relatado como bem-sucedido, por razões desconhecidas até o presente, às indústrias de óleo de mamona ainda não realizam a destoxificação e desalergenização da torta de mamona.

No tocante ao Brasil, na década de 60, a Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A. – SANBRA iniciou a produção de uma torta de mamona destoxificada denominada Lex Protéico. Daí algumas pesquisas com alimentação animal foram realizadas no Brasil, sendo obtidos resultados satisfatórios com o uso desse subproduto da mamona (MOTTOLA et al., 1971; SOUZA, 1979; BENESI, 1979 e VIEIRA, 1979). Desde então, entre as décadas de 80 e 90, não foi mais possível encontrar dados de trabalhos na literatura com a utilização da torta de mamona para alimentação animal no Brasil. O motivo pelo qual a torta de mamona deixou de ser utilizada ainda não é conhecido, mas, provavelmente, ela tenha se tornado pouco competitiva em relação à torta de algodão ou até mesmo devido à proteção por patente, o que impediu que o processo utilizado pela SANBRA fosse divulgado (BANDEIRA et al., 2004). Em relação à primeira hipótese, a torta de algodão estava disponível no mercado em grande quantidade e apresentava um custo de produção mais baixo, já que não exigia tratamento prévio para destoxificação (SEVERINO, 2005).

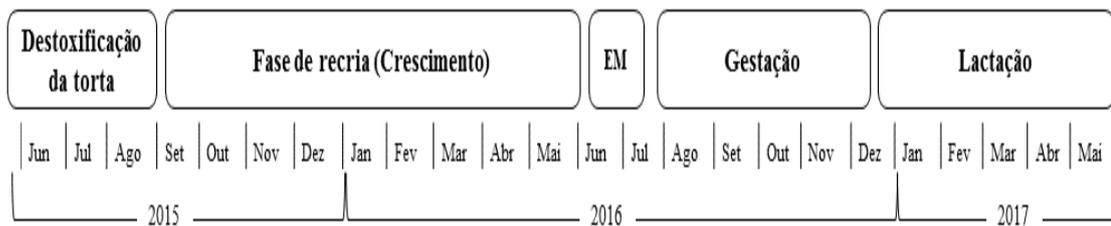
Somente a partir do início do século XXI, novos experimentos começaram a ser realizados avaliando a utilização subprodutos da mamona (OLIVEIRA, 2010; POMPEU, 2009; DINIZ, 2009, GUIMARÃES, 2010, FURTADO, 2010; FERNANDES, 2011; OLIVEIRA, 2013, ANDRADE, 2015). O incentivo governamental para aumentar a produção de biocombustíveis fez com que a mamona ganhasse destaque no cenário nacional, necessitando mais estudos para viabilizá-la seu uso na nutrição animal.

Embora existam algumas informações sobre a torta de mamona, a ricina e métodos de destoxificação como resultados de pesquisas realizadas em diversos países, ainda se fazem necessárias pesquisas objetivando, em particular, conhecer suas propriedades nutricionais, visando o aproveitamento desses produtos na alimentação animal, bem como avaliar sua

utilização por longos períodos e nos diversos estádios fisiológicos dos animais. Diante do exposto, foi avaliada uma técnica de destoxificação da torta de mamona bruta (TMB) por soluções alcalinas em escala semi-industrial e o efeito da substituição do farelo de soja pela torta de mamona destoxificada (TMD) no desempenho produtivo, nutricional, metabólico e bioeconômico de cabras de aptidão leiteira nas diferentes fases produtivas

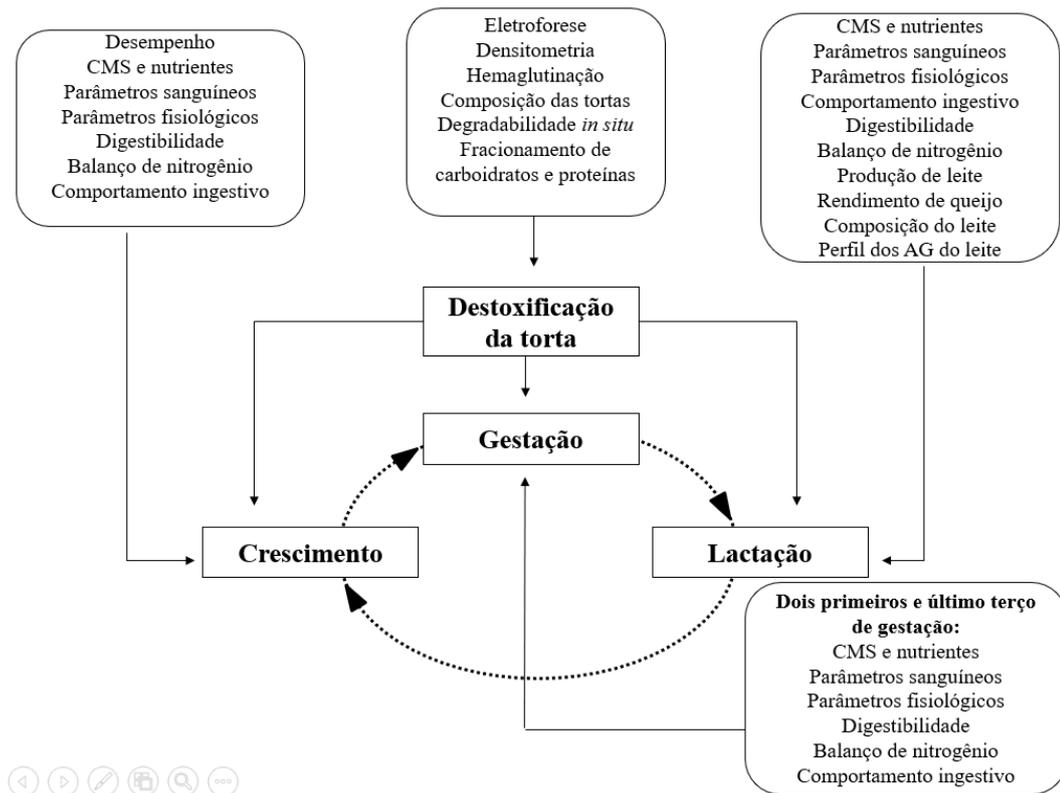
O processo de destoxificação consistiu em testar dois produtos alcalinos na inativação da ricina e *ricinus aglutinina*. Para tanto, foram utilizados o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) e hidróxido de sódio (NaOH) em diferentes proporções. Para a diluição e eficácia dos reagentes, foi utilizado 2000 ml de água kg^{-1} de torta de mamona bruta. A torta foi destoxificada através da adaptação de um misturador semiautomático para homogeneização da solução destoxicante. Para a mistura da solução foi utilizada uma betoneira estacionária (Fischer® MOB 400 G2) equipada com motor trifásico. Após a confirmação da ausência de ambas as proteínas, foram feitos ensaios com cabras das raças Saanen e Anglo Nubiana nas diferentes fases produtivas. O experimento teve duração de 23 meses. Na Figura 2 está apresentada a escala temporal do experimento, com os respectivos tempos de duração de cada fase.

Figura 2 - Esquemática temporal das fases experimentais com cabras Saanen e Anglo Nubiana alimentadas com ração contendo torta de mamona destoxificada por diferentes soluções alcalinas em substituição ao farelo de soja.



Na figura 3 estão esquematizadas todas as fases experimentais com seus respectivos ensaios. Vale destacar a fase de gestaçao, ao quais os ensaios foram feitos duas vezes, o primeiro conjunto de avaliações foi realizado durante os dois primeiros terços de gestaçao e o segundo durante o terço final.

Figura 3 - Diagrama das fases experimentais com cabras Saanen e Anglo Nubiana alimentadas com ração contendo torta de mamona destoxificada por diferentes soluções alcalinas em substituição ao farelo de soja.



Ressalta-se também as análises econômicas dos sistemas, que como serão apresentadas nos capítulos 4 e 9, foram segmentadas por fases, analisando-se assim a viabilidade no uso da torta de mamona destoxificada.

Durante as fases experimentais aconteceram alguns imprevistos em relação aos animais, mais precisamente a partir da estação de monta (EM). Na fase de cobertura, uma cabra da dieta TMD Ca(OH)_2 não apresentou cio, pois através da ultrassonografia constatou-se que a mesma apresentava ovários afuncionais e má formação do sistema reprodutivo (formação rudimentar do prepúcio masculino) e outra cabra do mesmo tratamento abortou o feto. Ainda se tentou uma nova cobertura, mas como a EM iria estender-se não se optou pela indução de cio, pois a utilização de Prostaglandinas exógenas pode alterar o metabolismo renal e hepático e como essas variáveis seriam avaliadas, optou-se pela retirada deste animal. Com o desbalanceamento dos tratamentos, optou-se então pela retirada de outros dois animais de cada tratamento, totalizando assim 18 cabras, sendo 9 Saanen e outras 9 Anglo Nubiana. A escolha dos animais retirados foi feita com base no resultado da ultrassonografia, de forma que em cada tratamento ficaram quatro cabras de gestação dupla e duas de gestação simples.

REFERÊNCIAS

- ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G. K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K. S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 120, n. 1, p. 159-168, 2005.
- ANDRADE, I. R. A. **Destoxificação da torta de mamona por produtos químicos alternativos**. 2015. 93 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, 2015.
- AUDI, J.; BELSON, M.; PATEL, M.; SCHIER, J.; OSTERLOH, J. Ricin poisoning: A comprehensive review. **The Journal of the American Medical Association**, New York, v. 294, n. 9, p. 2342-2351, 2005.
- BANDEIRA, D. A.; CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. M. Resíduos industriais da mamona como fonte alternativa na alimentação animal. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA. 1., 2004, Campina Grande. **Anais** [...]. Campina Grande: CBM, 2004. Disponível em : http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm1/index.html. Acesso em: 22 fev. 2019.
- BENESI, F. J. **Influência do farelo de mamona (*Ricinus comunis* L.) destoxificado sobre o proteinograma sanguíneo e desempenho de suínos**. 1979. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Minas Gerais, 1979.
- DANG, L.; VAN DAMME, E. J. S. Toxic proteins in plants. **Phytochemistry**, Nantes, v. 117, n. 1, p. 51-64, 2015.
- DINIZ, L. L.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; PINA, D. S.; SILVA, L. D.; BENEDETI, P. B.; BAIÃO, G. F.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES, R. F. D. Castor bean meal for cattle finishing: 1—Nutritional parameters. **Livestock Science**, Amsterdam v. 135, n. 2, p. 153–167, 2011.
- ENDO, Y.; TSURUGI, K. The RNA N-glycosidase activity of ricin A-chain. **The Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v. 263, n. 18, p. 8735-8739, 1988.
- GUIMARÃES, A. V. **Desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com farelo de mamona e valor energético do farelo e torta de mamona**. 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- MOTTOLA, A. C.; MACKAY, B.; HERRING, V. Castor meal antigen deactivation – pilot plant steam process. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Urbana, v. 48, n. 9, p. 510-513, 1971.
- OLIVEIRA, A. C. **Farelo de mamona destoxificado na ensilagem de cana-de-açúcar em dietas para ovinos**. 2011. 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, M. R. C.; BRITO, A. F.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; SOUZA, S. M.; MACHADO, O. L.

T. In vitro ruminal degradation of ricin and its effect on microbial growth. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 157, n. 2, p. 41-54, 2010.

OLIVEIRA, H. A. **farelo de mamona destoxificado na dieta de cordeiros**. 2013. 87 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2011.

OLSNES, S.; REFSNES, K.; PIHL, A. Mechanism of action of the toxic lectins abrin and ricin. **Nature**, New York, v. 249, n. 3, p. 627-631, 1974.

PERRONE, 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, RJ. : Departamento de Imprensa Nacional, 51 p. 1965.

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. 101 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Programa De Doutorado Integrado em Zootecnia, 2009.

SEVERINO, L. S. **O que sabemos sobre a torta de mamona**. (Embrapa Algodão. Documentos, 134), 31 p., 2005.

SOUZA, R. M. **Efeito do farelo de mamona destoxificado sobre os valores hematológicos de suínos**. 1979. 43 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, 1973.

VIEIRA, D. **Transaminase glutâmica pirúvica e oxalacética, desidrogenases glutâmicas e sorbitol de suínos alimentados com farelo de mamona destoxificado**. 1979. 30 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, 1979.

2 CAPÍTULO I: DESTOXIFICAÇÃO E PERFIL NUTRICIONAL DA TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA POR DIFERENTES SOLUÇÕES ALCALINAS

RESUMO

Objetivou-se avaliar a destoxificação da torta de mamona bruta (TMB) através de dois produtos alcalinos em diferentes concentrações e seus efeitos sobre a composição química, degradabilidade *in situ* da MS e o fracionamento de proteínas. Utilizou-se o hidróxido de cálcio [Ca(OH)₂] e hidróxido de sódio (NaOH) em duas concentrações (60 e 90 gramas) diluídos em 4 quantidades de água (1.000; 1.500; 2.000 e 2.500 ml de água por quilo de TMB). A eficácia dos tratamentos foi avaliada com base na presença das subunidades de ricina em gel a 4,19% de poliacrilamida (SDS-PAGE) em condição desnaturante através de análise densitométrica. Já a *Ricinus aglutinina* foi detectada por meio de bioensaios de hemaglutinação com hemácias de coelho. Observou-se que das diferentes concentrações utilizadas, somente a utilização de 90 e 60 gramas de Ca(OH)₂ e NaOH, respectivamente conseguiu destoxificar 100% da TMB, ambas diluídas em 2.000 ml de água. Por outro lado, ao avaliar o tempo mínimo de contato dos reagentes com a TMB para uma máxima destoxificação, observou-se que com três horas de contato é o tempo necessário para os reagentes diminuírem em 100% as proteínas citotóxicas, além de não deixar atividade hemaglutinante neste material. Ao avaliar a degradabilidade da MS de ambas as tortas destoxificadas (TMD), observou-se que a TMD Ca(OH)₂ aumentou 10,06% da fração α , já a TMD NaOH 22,53%. De uma forma geral, os parâmetros de degradação foram maiores para a TMD NaOH. De forma similar, notou-se que a destoxificação com o NaOH proporcionou maior degradação das proteínas solúveis e de degradação maior, favorecendo a disponibilização do nitrogênio não-proteico. Os tratamentos alcalinos com Ca(OH)₂ ou NaOH nas doses de 90 e 60 gramas por quilo de TMB, respectivamente e diluídos em 2.000 ml de água por 180 minutos de contato poderão permitir o uso da TMD na alimentação de ruminantes, mas sua aplicação em escala industrial depende de estudos sobre viabilidade operacional e econômica.

Palavras-chave: Biodiesel. Degradação ruminal. Hidróxido de cálcio. Hidróxido de sódio. *Ricinus communis* L.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the detoxification of crude castor cake (CCC) through two alkaline products in different concentrations and their effects on the chemical composition, in situ degradability of DM and the fractionation of proteins. We used the calcium hydroxide [Ca(OH)₂] and sodium hydroxide (NaOH) in two concentrations (60 and 90 grams) diluted in 4 quantities of water (1,000; 1,500; 2,000 and 2,500 ml of water per kilo of CCC). The efficacy of treatments was assessed based on the presence of ricin subunits of a 4,19% polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) on condition denaturant through densitometric analysis. Already the *Ricinus agglutinin* was detected by means of bioassays with cells of rabbit. It was observed that the different concentrations used, only the use of 90 and 60 grams of Ca(OH)₂ and NaOH, respectively achieved 100% of destoxificar CCC, both diluted in 2,000 ml of water. On the other hand, when assessing the minimum time of contact of the reagents with the CCC for maximum detoxification, it was observed that with three hours of contact is the time required for the reagents decreased in 100% of the cytotoxic proteins, in addition to not leave hemagglutinating activity in this material. To evaluate the degradability of DM of both detoxified castor cake (DCC), we observed that the Ca(OH)₂ DCC increased by 10.06% of the fraction α , already the NaOH DCC 22.53%. In a general way, the parameters of degradation were higher for the NaOH DCC. Similarly, it was noted that the detoxification with NaOH provided greater degradation of soluble proteins and degradation increased, favoring the provision of non-protein nitrogen. The alkali treatments with Ca(OH)₂ or NaOH at doses of 90 and 60 grams per kilo of CCC, respectively and diluted in 2,000 ml of water per 180 minutes of contact may allow the use of the DCC in ruminant feed, but its application in industrial scale depends on studies on operational feasibility and cost.

Key words: Biodiesel. ruminal degradation. calcium hydroxide. sodium hydroxide. *Ricinnus communis* L.

2.1 INTRODUÇÃO

Após a extração do óleo, o mais tradicional e importante subproduto da mamona é a torta, com características fibrosas, porém altamente proteica. Em sua grande maioria, a torta de mamona é utilizada como fertilizante orgânico na adubação de solos, podendo ainda ser empregada como matéria-prima para a produção de aminoácidos, plásticos, em especial, os biodegradáveis, colas, inseticidas, entre outros produtos (COSTA et al., 2004). Devido ao alto teor de proteínas, a torta de mamona tem se mostrado atrativa à demanda por alimentos na nutrição animal. Porém, a principal barreira em sua utilização está relacionada a fatores antinutricionais como a ricina, ricinina, *ricinus aglutinina* e complexos alergênicos (DANG & VAM DAMME, 2015). Atualmente, o principal uso desse resíduo é como adubo orgânico. Porém, o mesmo apresenta características desejáveis para ser utilizado na alimentação animal (DINIZ et al., 2011).

Os resultados de destoxificação, apesar de parecerem satisfatórios, ainda exigem maior detalhamento para que seja comprovada a sua eficácia e seu potencial para utilização como fonte de proteína na alimentação animal. Principalmente através de métodos mais eficientes de identificar a presença da *ricinus aglutinina*.

Desta forma, devido à necessidade de disponibilizar fontes seguras de proteína alternativas para a alimentação animal, é indispensável a obtenção de um método que neutralize a ricina e possibilite a utilização da torta de mamona na nutrição animal, de forma economicamente viável. Nos trabalhos como os de Kim et al. (2006) e Anandan et al. (2005), foram utilizados equipamentos caros, como máquinas extrusoras e autoclaves, que, em alguns casos, compromete a viabilidade do sistema de produção. Recentemente, Borja et al. (2017) desenvolveram um processo de destoxificação misto, no qual o farelo de mamona passa por interações entre o tempo de autoclavagem e a quantidade de CaO. Os autores observaram que é possível reduzir o nível de CaO para 10g/kg quando associado ao tempo de autoclavagem de 30 minutos, culminando na destoxificação total do farelo de mamona.

Nesse contexto, torna-se importante adotar tratamentos de destoxificação desse subproduto, objetivando permitir o seu uso na alimentação animal, como fonte proteica concentrada, visando substituir o farelo de soja na ração concentrada e agregar valor à torta de mamona, atualmente utilizada basicamente como adubo orgânico. Diversos são os métodos de destoxificação estudados com o objetivo de permitir o uso desse material, sejam através de tratamentos físicos ou químicos, como as metodologias descritas nos estudos desenvolvidos por Anandan et al. (2005); Furtado et al. (2012) e Pompeu et al. (2012). Todavia, os tratamentos

físicos apresentam elevados custos de utilização, favorecendo, assim, o uso de tratamentos químicos, com matérias primas de fácil acesso.

Desta forma, objetivou-se com esta pesquisa avaliar um processo de destoxificação de forma simples e eficaz da torta de mamona, permitindo assim o seu uso na alimentação animal. Aliado a esta premissa, avaliar o efeito dos diferentes tratamentos químicos sobre os parâmetros nutricionais deste subproduto.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°44'57,42" sul e 40°20'43,50" oeste), na cidade de Sobral-CE, Brasil no período compreendido entre janeiro a junho de 2015. A torta de mamona foi obtida na Indústria e Comércio de Óleos Vegetais Ltda. – Olveq, localizada no município de Quixadá-CE, a partir da extração mecânica (prensagem) do óleo presente na semente de mamona, utilizando temperaturas entre 90 e 100 °C. O armazenamento da mesma foi realizado em sacos de rafia de polipropileno, sobre estrado de madeira, em galpão fechado, até o processo de destoxificação.

2.2.1 Tratamentos químicos da torta de mamona

Foram avaliados a eficácia do uso de dois produtos químicos, hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e hidróxido de sódio (NaOH), na destoxificação das lectinas da torta de mamona. Inicialmente, adicionou-se à torta de mamona 60 e 90 g de ambos os reagentes em diferentes concentrações de água (1.000; 1.500; 2.000 e 2.500 ml de água/kg de torta de mamona), sendo a mistura homogeneizada a cada trinta minutos durante o período de oito horas. Após este período, o material foi deixado em repouso *over night*. Em seguida, a mistura foi transferida ao ar livre para secarem sobre lonas plásticas e mantidas sob incidência de luz solar direta, até completa secagem, momento em que as mesmas foram moídas e acondicionadas à temperatura ambiente. Após identificados os dois melhores reagentes nessas proporções estudadas, através das análises dos perfis eletroforéticos, densitometria e ensaios de aglutinação, os mesmos foram avaliados em diferentes tempos de contato com os reagentes, logo amostras foram coletadas ao longo do tempo (1; 2; 3; 4; 5; 6; 7 e 24 horas).

2.2.2 Extração das proteínas solúveis presentes na torta de mamona

Para a obtenção das proteínas solúveis da torta de mamona submetida aos diferentes tratamentos, dentre elas a ricina e a *ricinus aglutinina*, procedeu-se uma diluição da torta de mamona finamente moída, com solução de NaCl 0,15 M, na proporção de 1/10 (p/v). O material foi mantido em agitação durante o período de uma hora, centrifugado a 10000 g à 4 °C por 30 minutos e o sobrenadante filtrado com lã de vidro, obtendo-se o extrato proteico. Uma alíquota de 10 mL deste material foi congelada e liofilizada.

2.2.3 Caracterização eletroforética das tortas de mamona

A SDS-PAGE foi realizada mediante géis de poli(acrilamida) com concentração de 4,9% em 125mM de tampão Tris-HCl, pH 6,8 e com géis de separação com 15,4% de poli(acrilamida) em 380mM de tampão Tris-HCl, pH 8,8, contendo 0,1% de SDS (Laemmli e Favre 1973). As amostras liofilizadas (8 mg/ml) foram dissolvidas em tampão Tris-HCl, pH 6,8, na presença de 0,1% de SDS e 5% de 2-mercaptoetanol. Em seguida foram aquecidas a 100 °C por 3 minutos, e volumes de 50 µl foram depositados nos géis. A eletroforese foi realizada a 4 °C durante 150 minutos a 500 V, 60 mA, e 30 W. Os padrões de massa molecular (Bio-Rad, Hercules, CA, EUA) foram miosina (200,0 kDa), β -galactosidase (116,2 kDa), fosforilase b (97,4 kDa), albumina sérica bovina (66,2 kDa), ovalbumina (45,0 kDa), anidrase carbônica (31,0 kDa), inibidor de tripsina (21,5 kDa), lisozima (14,5 kDa, mas com massa molecular aparente de 15,5 kDa), e aprotinina (6,5 kDa). Após a corrida, as proteínas foram coradas com 0,1% de azul de Coomassie R250, dissolvido em uma mistura de 50% de etanol e 2% de TCA, durante 120 minutos. A descoloração foi realizada com uma solução a 30% de etanol e 7,5% de ácido acético.

2.2.4 Densitometria para quantificação da eficiência de degradação das lectinas

Analisou-se os géis de eletroforese corados com o azul de *Coomassie*, através do software ImageJ (National Institutes of Health, USA). Foram mensuradas as áreas dos picos relativos às lectinas citotóxicas (ricina e *ricinus aglutinina*) das tortas de mamona tratadas com os diferentes reagentes e comparou-se com os picos das lectinas obtidos nos perfis proteicos das tortas de mamona que não passaram por tratamento químico. A estimativa de destoxificação foi calculada dividindo-se a área dos picos das lectinas obtidas nas tortas tratadas pelas áreas das lectinas obtidas nas tortas não tratadas, multiplicando-se por 100, para obter os resultados em porcentagem.

2.2.5 Bioensaios para verificar a atividade aglutinante das lectinas

Bioensaios foram desenvolvidos utilizando soluções contendo hemácias de coelho, seguindo metodologia adaptada de Lynn & Clevette-Radford (1986). Amostras dos extratos proteicos obtidos dos diferentes tratamentos químicos e da torta sem tratamento químico foram dialisadas em membranas de celulose com porosidade de 12 kDa durante o período de 24 horas, na proporção de 1 mL do extrato proteico para 50 mL da solução de diálise. Procederam-se inicialmente duas lavagens com água ultrapura com intervalos de 10 horas (totalizando vinte horas) e uma lavagem com NaCl 0,15 M (durante quatro horas), em seguida as amostras foram congeladas a -20 °C para posteriores análises. Para realização das análises da presença de lectinas utilizaram-se placas de micro titulação, onde adicionou-se a cada poço 50 µL de solução contendo o extrato proteico em solução salina a 0,15 M. Como controle positivo (esperava-se hemaglutinar) utilizou-se 50 µL dos extratos proteicos provenientes da torta de mamona sem tratamento químico, obtido seguindo a mesma metodologia do material que passou por tratamento químico. Como controle negativo (esperava-se não hemaglutinar) utilizou-se 50 µL NaCl 0,15 M.

A diluição seriada foi realizada com 50 µL dos extratos proteicos. Após realizada a diluição seriada, adicionou-se 50 µL de solução de hemácias a 20 mL/L de solução salina 0,15 M em cada poço. Em seguida, as placas foram incubadas em estufa de circulação forçada a 37 °C durante 1 hora. Após este período realizou-se a leitura considerando positivas as amostras que apresentaram aglutinação das hemácias. Para confirmar a degradação das lectinas, amostras negativas foram dialisadas outra vez, utilizando-se 1 mL dos extratos proteicos, seguidas de três trocas de 50 mL de água ultrapura durante 24 horas à temperatura ambiente. Após dialise as amostras foram congeladas e liofilizadas. O material liofilizado foi diluído em 100 µL de solução salina (NaCl 0,15 M) e submetido a novo bioensaio, nas mesmas condições anteriores.

2.2.6 Degradabilidade *in situ*

A degradabilidade ruminal da MS das TMD e suas respectivas taxas de degradação foram estimadas pela técnica *in situ*. Sacos de náilon (ANKOM-BAR DIAMOND, INC., Parma Idaho – USA) foram utilizados para incubação ruminal. As dimensões dos sacos foram de 10 x 20 cm, com diâmetro de poros de 53 micra. Aproximadamente cinco gramas de amostras, moídas a 2 mm foram acondicionadas em cada saco, fechando-os e atando-os com elástico de borracha. Os sacos foram presos a uma barra cilíndrica de ferro (400 g) suspensa por um fio de náilon de 50 cm de comprimento, amarrado à tampa da cânula de um ovino mestiço com peso corporal de aproximadamente 50 kg, procedimento este sugerido por Tomich & Sampaio (2004), em

que apenas um animal é suficiente para realizar ensaios com incubação ruminal, o animal foi mantido confinado, recebendo feno de capim-tifton 85 e concentrado a base de milho e farelo de soja.

Os tempos de incubação empregados tiveram a duração de 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Os sacos foram incubados todos numa mesma hora, sendo retirados nos tempos determinados. Após a remoção, os sacos foram lavados em água corrente, congelados e posteriormente lavados em máquina de lavar, em cinco ciclos de um minuto cada. Os sacos do tempo zero hora também foram lavados em máquina de lavar, em cinco ciclos de um minuto cada. Após serem lavados, os sacos foram submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada, a 55 °C, por 72 horas. A porcentagem de desaparecimento da MS, por tempo de incubação, foi calculada pela proporção de alimento que restou nos sacos após a incubação ruminal.

A degradabilidade efetiva da MS foi calculada por meio da equação descrita por Orskov e McDonald (1979), em que: $\text{degradabilidade efetiva} = \alpha + \beta c / (c + k)$, sendo: k = taxa estimada da passagem de sólidos no rúmen, onde α = porção prontamente degradável no rúmen; β = fração insolúvel, mas potencialmente degradável; c = taxa constante de degradabilidade da fração β .

2.2.7 Fracionamento de proteínas

Para este ensaio, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (Torta de mamona bruta, torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio e torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio), com cinco repetições por tratamento. Para determinação do fracionamento da proteína, a fração A (NNP) foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel em ácido tricloroacético (TCA), o qual foi obtido através do tratamento de aproximadamente 500 mg da amostra com 50 mL de água destilada, permanecendo por 30 minutos, e posteriormente, adicionados 10 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10% por 30 minutos. O resíduo remanescente foi filtrado em papel de filtro (Whatman, no 54), lavado com água e determinado o nitrogênio residual. O nitrogênio insolúvel total foi determinado a partir do tratamento de 500 mg da amostra com tampão boratofosfato ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ a $12,2 \text{ g L}^{-1}$ + $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ a $8,91 \text{ g L}^{-1}$ + $100 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ de álcool butílico terciário) durante 3 horas, sendo determinado o nitrogênio residual. Pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel total, foi obtido o nitrogênio solúvel total (NNP + proteína solúvel), do qual foi descontada a fração A para obtenção da fração B1.

A fração B3 foi calculada pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), os quais foram determinados por

meio da fervura de 500 mg da amostra com solução detergente neutra e ácida durante uma hora, respectivamente, onde os resíduos foram também analisados para nitrogênio. A fração C foi considerada como sendo o nitrogênio insolúvel em detergente ácido e a fração B2 foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e as frações A, B1, B3 e C (LICITRA et al., 1996).

2.2.8 Análises químicas

Tanto na TMB quanto nas TMD foram determinados os teores de matéria seca (método nº 934.01), matéria orgânica (método nº 942.05), proteína bruta (método nº 954.01), extrato etéreo (método nº 920.39) de acordo com a AOAC (2006). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinzas residuais (MERTENS, 2002). Assim como o ensaio de fracionamento, as análises químicas foram avaliadas utilizando um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (Torta de mamona bruta, torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio e torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio), porém com quatro repetições por tratamento.

2.2.9 Análise estatística

Inicialmente os dados de fracionamento da proteína e os da composição químico-bromatológica foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilks) e de homocedasticidade (Levene) e, atendida as pressuposições, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As análises foram realizadas a partir do seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu_i + \alpha_j + e_{ij}$$

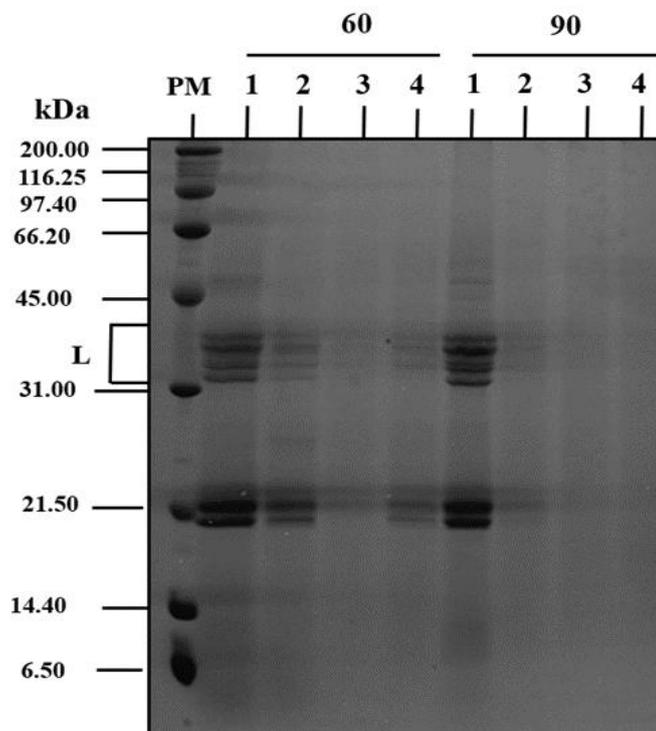
Onde Y_{ij} é a variável dependente correspondente à observação experimental; μ é a média geral; α_i é o efeito fixo das soluções alcalinas e e_{ij} é o erro aleatório, assumindo uma distribuição normal. Para avaliar o efeito das soluções alcalinas procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS, versão 9.4 (SAS, 2005).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar no perfil eletroforético da torta de mamona diluída em 60 gramas de Ca(OH)_2 , independentemente da quantidade de água, a maior intensidade das bandas de lectinas citotóxicas, localizadas na faixa de peso molecular próxima ao padrão molecular: PM: 31,0

kDa, mostrando assim a presença da ricina o que infere na toxidez destes materiais (Figura 1). O mesmo pode ser observado na torta de mamona tratada com 90 gramas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ adicionada de água na quantidade de até 1.500 mL/kg de torta. Contudo, a partir da adição de 2.000 mL de água por quilo de torta, pode-se observar menor intensidade das bandas de lectinas citotóxicas, localizadas na faixa de peso molecular próxima ao padrão molecular.

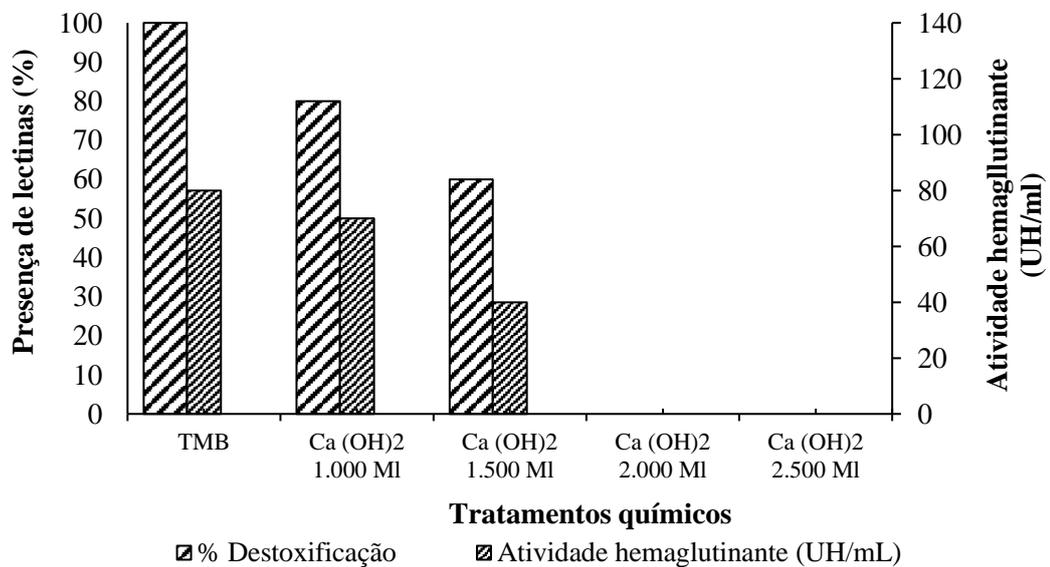
Figura 1 - Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com hidróxido de cálcio [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta) e níveis de água (1: 1000 mL/kg de torta, 2: 1500 mL/kg de torta, 3: 2000 mL/kg de torta, 4: 2500 mL/kg de torta), PM: Marcador de massa molecular (kDa), L: Lectinas.



A visualização de bandas de proteínas na região inerente as lectinas caracterizam uma possível presença destas proteínas citotóxicas, necessitando análises de atividade biológica, através de ligações à carboidratos. Portanto, ensaios de aglutinação com hemácias de coelho foram utilizados para avaliar a presença da *Ricinus agglutinina*. Pode-se observar que o uso da água potencializa a ação do $\text{Ca}(\text{OH})_2$, haja vista que a utilização de um litro de água proporcionou a redução de 20 UH/mL, e à medida que o teor de água aumentou, a atividade hemaglutinante reduziu, sendo que com as maiores diluições não houve a presença de atividade hemaglutinante (Figura 2). Desta forma, pode-se observar que a diluição da TMB com 90 gramas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ diluída tanto em 2.000 mL quanto em 2.500 mL de água proporciona a

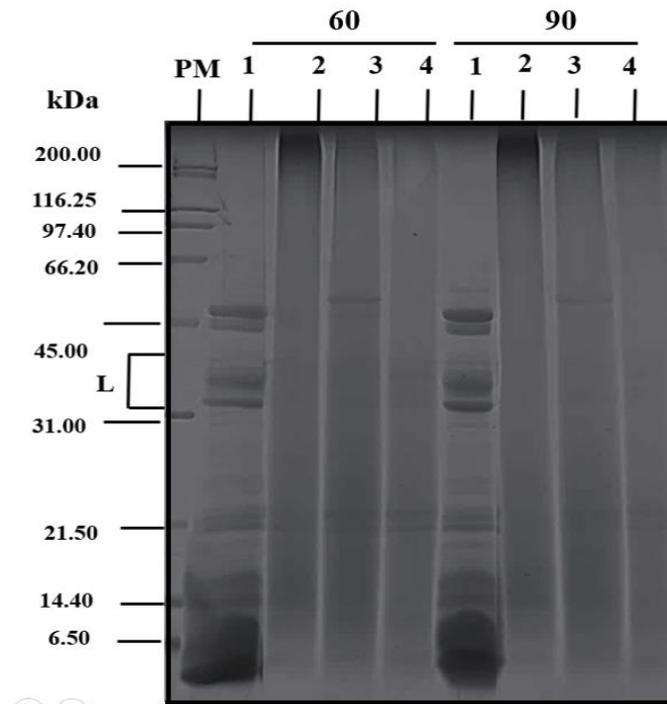
destoxificação de 100% da TMB, proporcionando a redução total da atividade hemaglutinante. Sendo assim, não havendo atividade aglutinante, a função citotóxica das lectinas tóxicas da torta de mamona torna-se ineficaz em células eucariontes (Olsnes & Kozlov, 2001).

Figura 2 - Presença de lectinas citotóxicas (%) e atividades hemaglutinante (UH/mL) presentes na torta de mamonas tratada com 90 gramas de hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ em diferentes concentrações de água, obtidos através da quantificação das lectinas por densitometria dos géis de eletroforese e ensaio de hemaglutinação com hemácias de coelho.



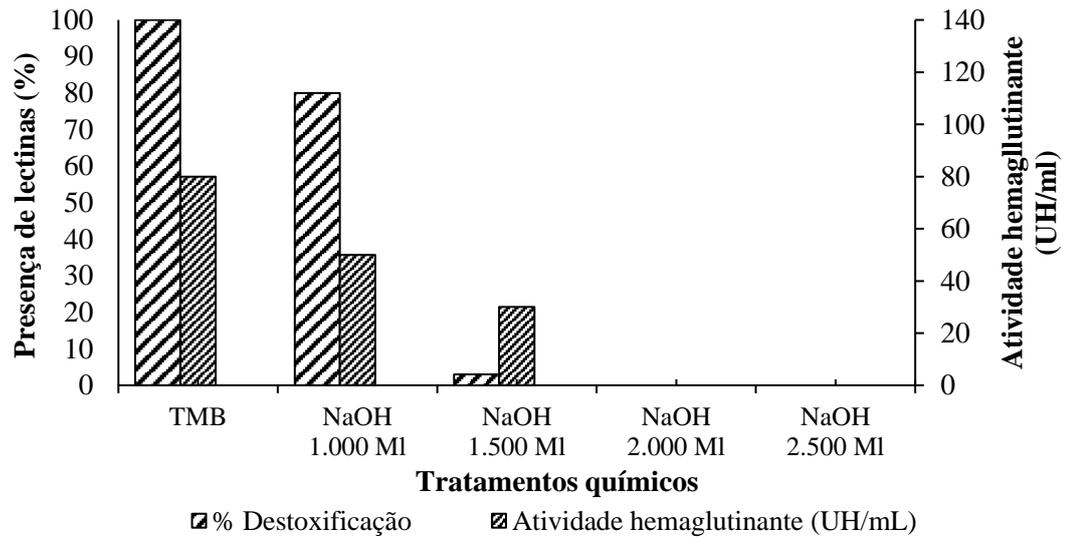
Em relação ao uso do NaOH como agente destoxicante da TMD, pode-se observar que, ao contrário do $\text{Ca}(\text{OH})_2$, o uso de somente 60 gramas deste reagente mostrou-se bem eficiente na redução da lectinas citotóxicas (Figura 3). Observou-se também que apenas 1.500 ml de água proporcionou grande redução das bandas de lectinas.

Figura 3 - Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com hidróxido de sódio (NaOH) em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta) e níveis de água (1: 1000 mL/kg de torta, 2: 1500 mL/kg de torta, 3: 2000 mL/kg de torta, 4: 2500 mL/kg de torta), PM: Marcador de massa molecular (kDa), L: Lectinas.



A quantificação da degradação total das lectinas, pela densitometria dos géis de eletroforese com o uso da TMD pelo NaOH é mostrada na Figura 4, observa-se uma eficiência de 20% de degradação no tratamento com a menor quantidade de água. É interessante observar que apesar da adição de 1.500 ml de água diminuir em 97% a presença das lectinas citotóxicas, a atividade hemaglutinante ainda está presente nesse material (30 UH/ml). Desta forma, pode-se inferir de forma direta que somente as concentrações com 2.000 e 2.500 ml de água são eficazes na destoxificação da torta de mamona, haja vista que, além da atividade hemaglutinante estar ausente, a presença das lectinas diminuiu em 100%.

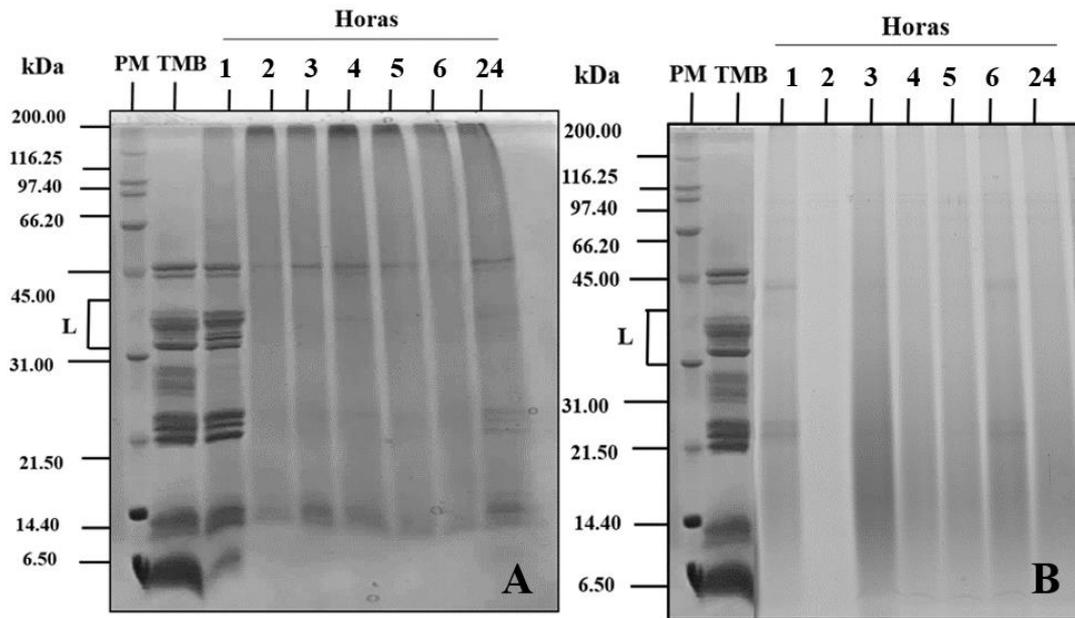
Figura 4 - Presença de lectinas citotóxicas (%) e atividades hemaglutinante (UH/mL) presentes na torta de mamonas tratada com 60 gramas de hidróxido de sódio (NaOH) em diferentes concentrações de água, obtidos através da quantificação das lectinas por densitometria dos géis de eletroforese e ensaio de hemaglutinação com hemácias de coelho.



Apesar dos resultados positivos com 90 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e 60 g de NaOH diluídos em 2.000 ml de água/kg de TMB, que fica evidente que o material deve estar bem hidratado para facilitar a penetração dos produtos alcalinos na estrutura celular da torta, possibilitando a sua atuação mais completa no processo de hidrólise da ricina, ainda restava testar a hipótese de que um menor tempo de contato poderia ser utilizado para a destoxificação, haja vista que todas as análises até então consistiam de matérias coletados após 24 horas de contato. Assim, outro ensaio (Figura 5) foi realizado para avaliar os tempos de contato das soluções com a TMB, para tanto foram coletadas amostras às 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7 e 24 horas após a mistura.

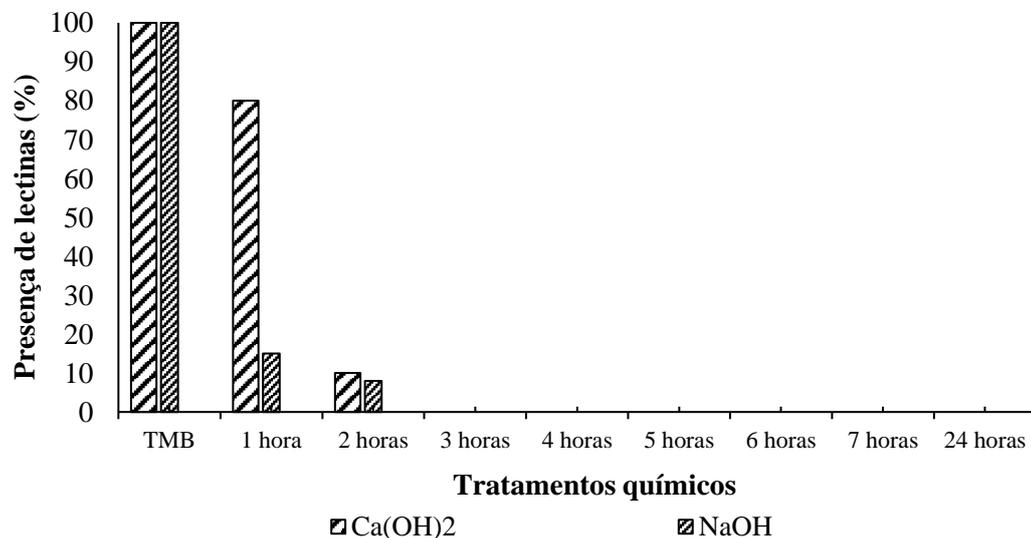
Como demonstra a figura, ainda é perceptível a presença das duas cadeias que compõem a ricina no tratamento com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ após 1 hora de contato. Pode-se verificar um efeito do tempo, ocorrendo uma ligeira redução no tamanho das bandas de ricina, a partir do momento em que esse material fica mais tempo exposto a ambos os reagentes alcalinos. Em relação ao efeito do NaOH pode-se observar que as bandas desapareceram de forma significativa logo após uma hora de contato com o material.

Figura 5 - Caracterização eletroforética das lectinas citotóxicas presentes na torta de mamona tratada com hidróxido de cálcio (A) e hidróxido de sódio (B) em diferentes coletas no tempo (horas). PM: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas.



Os resultados da densitometria de ambos os géis são mostrados na Figura 6. Percebe-se que após 3 horas de contato os produtos alcalinos já hidrolisaram a ricina presente na TMB. Verifica-se também que nos processos de destoxificação que se utilizou o hidróxido de sódio, houve uma elevada degradação das lectinas citotóxicas tratadas com esta matéria prima, havendo a existência apenas de pequenos resquícios de proteínas na área dos géis relativas às mesmas, com uma intensidade menor quando comparada às obtidas com o hidróxido de cálcio.

Figura 6 - Presença das lectinas citotóxicas presentes na torta da mamona tratada com hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ e hidróxido de sódio (NaOH) nas proporções de 90 e 60 g, respectivamente, para cada kg de torta diluída em 2.000 mL de água em diferentes coletas no tempo.



Os melhores resultados de destoxificação da torta de mamona apresentados pelos materiais alcalinos podem estar diretamente relacionados à natureza química dos mesmos, pois, Anandan et al. (2005) relataram que a ricina é altamente susceptível à álcalis fortes. Apesar de determinados processos químicos não proporcionarem uma completa degradação das mesmas quando analisadas por eletroforese, as atividades biológicas foram afetadas, caracterizando a inativação das mesmas, devido à desnaturação de sua estrutura tridimensional ocasionada pela sua exposição à pH elevados. Em valores de pH extremos ocorre elevada repulsão eletrostática intramolecular nas proteínas, causada principalmente pela elevada carga líquida na molécula, resultando assim em turgidez e desdobramento da mesma (DAMADORAN, 1996).

Os diferentes tratamentos alcalinos de destoxificação proporcionaram mudanças no perfil das diferentes frações nitrogenadas que compõe a proteína bruta dietética (Tabela 1). Observou-se efeito ($P < 0,05$) das soluções alcalinas sobre as frações A, B1 e C do perfil proteico das TMD. Houve aumento da fração A na TMD NaOH. Dessa maneira, pode-se inferir que o tratamento químico alcalino à base de NaOH proporciona maior degradação das proteínas solúveis e de degradação intermediária, favorecendo a disponibilização do NNP. Por outro lado percebeu-se também que os tratamentos alcalinos impostos a torta de mamona em contrapartida proporcionam redução nos teores da fração indisponível (C), o que representa uma proteína que não será aproveitada pelo animal, sendo maior na TMB. Desta forma, pode-se dizer que a fração C corresponde às proteínas associadas à lignina, complexos tanino-proteína e produtos oriundos da reação de Maillard, é altamente resistente às enzimas microbianas e indigestível ao longo do trato gastrintestinal (LICITRA et al., 1996).

Tabela 1 - Fracionamento da proteína bruta de diferentes tortas de mamona tratadas com soluções químicas alcalinas.

Frações (% PB total)	Tortas			EPM ¹	P-valor
	TMB	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH		
Fração A	21,30c	26,14b	29,00a	2,65	*
Fração B1	7,56a	5,87b	4,28b	0,98	*
Fração B2	54,15	52,67	53,45	3,65	0,564
Fração B3	0,89	0,96	1,25	0,06	0,768
Fração C	16,05a	14,36b	12,00c	0,17	*

¹ Erro padrão da média. Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A fração solúvel (α) das tortas aumentou após o processo de destoxificação (Tabela 2). A TMD Ca(OH)₂ aumentou 10,06% da fração α , já a TMD NaOH 22,53%. Este resultado pode

ser explicado pela redução no teor de fibra das tortas, proporcionando assim maior solubilidade da MS. Em relação à fração β , houve aumentos de 13,27 e 26,34%, na mesma ordem. A mesma tendência foi observada para a taxa de degradação (c). As tortas apresentaram taxas de degradação abaixo do recomendado por Sampaio (1988), com exceção da TMD NaOH, para alimentos de boa qualidade, pois quando se trabalha com alimentos de origem vegetal os mesmos apresentam taxa de degradação satisfatória entre 2 a 6% h⁻¹.

Tabela 2 - Parâmetros de degradação ruminal *in situ* (α , β e c) da MS e degradabilidade efetiva da MS nas taxas de passagem de 2, 5 e 8 % h⁻¹ das tortas de mamona bruta e após a destoxificação.

Torta	Parâmetros de degradação			A	R ²	Degradação efetiva (%)		
	α (%)	β (%)	c (% h ⁻¹)			2% h ⁻¹	5% h ⁻¹	8% h ⁻¹
TMB ^a	21,76	43,54	1,24	78,87	97,84	44,12	36,87	32,34
TMD ^c	23,95	49,32	1,63	82,27	97,72	45,09	37,44	33,13
TMD ^c	28,09	59,11	2,08	87,20	96,64	46,38	37,07	33,40

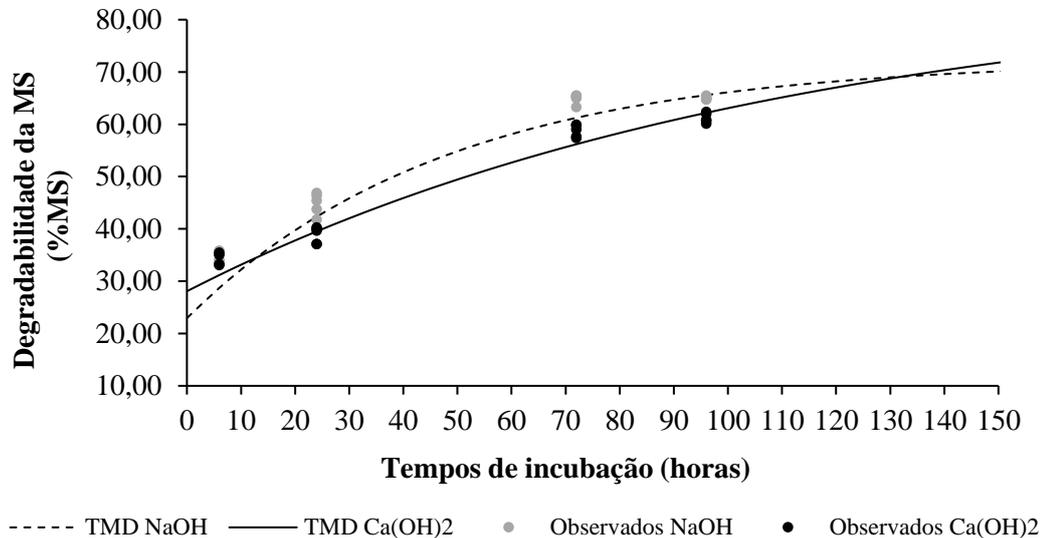
^a Torta de mamona bruta.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

A degradabilidade efetiva (DE) aumentou após o processo de destoxificação. Estes aumentos se devem ao menor teor de fibra nas TMD por uma possível hidrólise alcalina durante o processo de destoxificação, pois os produtos alcalinos agem sobre a fração fibrosa da célula vegetal promovendo uma ruptura das pontes de hidrogênio, levando a uma expansão das moléculas de celulose que se tornam mais susceptíveis à ação das enzimas celulolíticas. A DE diminuiu à medida que aumentou a taxa de passagem, esse resultado é devido ao menor tempo que o alimento permanece no rúmen, reduzindo assim, o tempo com que os microrganismos ruminais possam atuar. Percebe-se um discreto aumento da degradabilidade da fração de MS da TMD NaOH quando comparada a TMD Ca(OH)₂ (Figura 7).

Figura 7 - Degradabilidade da MS das tortas de mamonas destoxificadas por hidróxido de cálcio [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] e hidróxido de sódio (NaOH).



A maior degradação da MS da TMD NaOH, provavelmente, ocorreu devido à alta solubilidade do NaOH, pois esta base é formada por um metal alcalino, o que lhe confere maior solubilidade em água, dando-lhe maior contato com os carboidratos estruturais, já o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é formado por um metal alcalino-terroso, o que o deixa menos solúvel. Vale ressaltar que o NaOH utilizado no processo de destoxificação apresentava pureza para análise (P.A) de 98%, que pode ter aumentado ainda mais seu poder de solubilização dos componentes fibrosos da torta de mamona, principalmente quando comparada aos NaOH comerciais que apresenta pureza de 50 a 73%. Com base nessas informações, percebe-se que a TMD NaOH apresenta maior potencial para utilização, pois melhora a qualidade do material tratado. Contudo, outros fatores devem ser levados em consideração, pois o tratamento com hidróxido de sódio apresenta alguns inconvenientes, tais como: maior cuidado no manuseio; excesso de sódio na dieta, nas fezes e na urina; e problemas de contaminação ambiental. Esses incrementos na fração solúvel observados na TMD NaOH podem proporcionar um maior suprimento de compostos nitrogenados não proteicos para microrganismos que fermentam carboidratos estruturais e, consequentemente, incremento na disponibilidade proteica ao longo do trato gastrointestinal.

É interessante ressaltar que a torta de mamona bruta apresentou menor degradação da MS, possivelmente, pela qualidade da fibra presente na mamona. Apesar de não ter sido realizada análise de cutina neste experimento, Oliveira et al. (2010) que trabalharam com farelo de mamona na dieta de ovinos, encontraram um elevado teor de cutina na FDN do farelo de

mamona. A cutina é a fração da lignina, presente na epiderme dos tecidos das plantas, o que confere proteção superficial, com isso apresenta-se como uma barreira ao ataque de microrganismos ruminais reduzindo a degradação. A presença da cutina pode ser confirmada pela grande presença de casca de mamona na torta utilizada neste experimento (9,5 %). O aumento no valor da degradabilidade da matéria seca na torta de mamona tratada com NaOH em comparação à TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$, confirma a ideia da maior atuação dos agentes alcalinos na parede celular. Segundo Kategile et al. (1981), a solução aquosa de NaOH pode hidrolisar os constituintes da parede celular melhorando o valor nutritivo de alimentos de baixa qualidade.

Houve efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos químicos sobre os teores de MO, MM, EE e FDN (Tabela 3). Observou-se que o teor de MO de ambas as TMD foram menores do que as TMB devido, provavelmente, ao aumento na quantidade de matéria mineral (MM) adicionado pelos agentes alcalinos nas TMD. O aumento na MM pode ser explicado pela formação de sais de cálcio e sódio. O sódio do NaOH pode se unir a íons provenientes da própria TMB ou da água adicionada e formar o cloreto de sódio. Como o NaCl possui ponto de ebulição de $1465\text{ }^\circ\text{C}$ (Lide, 2007) a sua presença na TMD faz com que a MM deste subproduto seja maior, além do mais a metodologia utilizada para a quantificação da MM foi descrita pela AOAC (2005), onde a temperatura máxima da mufla atinge $600\text{ }^\circ\text{C}$.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica da torta de mamona bruta (TMB) e após a destoxificação (TMD) por diferentes produtos alcalinos.

Composição (g/kg de MS)	Tortas			EPM ¹	P-valor
	TMB	TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$	TMD NaOH		
MS (g/kg de MF)	89,05	90,42	90,48	8,76	0,765
MO	88,88a	86,77b	85,56b	7,76	*
MM	11,12b	13,23a	14,44a	1,09	*
PB	32,07	31,54	30,90	2,87	0,564
EE	6,27a	5,21b	4,75b	0,87	*
FDN	48,08a	45,34b	44,35b	3,25	*

¹ Erro padrão da média. Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se redução do extrato etéreo após o processo de destoxificação. Possivelmente essa diminuição é atribuída ao efeito dos hidróxidos na saponificação da gordura. Percebe-se uma diminuição da fração fibrosa de ambas as TMD quando comparadas a TMB. Provavelmente à alta solubilidade do $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e NaOH proporcionou maior solubilidade em água, ocasionando a hidrólise alcalina das frações fibrosas, tornando-as mais solúveis. A redução verificada nos teores de FDN pode ser atribuída ao efeito de ambos reagentes alcalinos

na desestruturação da parede celular, fato este já bastante reportado na literatura, pois os mesmos proporcionam desestruturação dos complexos ligno-celulósicos, promovendo a solubilização da hemicelulose (Al-Masri & Guenther, 1999) e à expansão da celulose, facilitando o ataque de microrganismos do rúmen à parede celular (VAN SOEST, 1994). Tal efeito possibilita o melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais, visto que grande parte do conteúdo celular pode estar ligada à parede celular e, conseqüentemente, menos disponível para a nutrição dos ruminantes.

2.4 CONCLUSÃO

O uso de produtos químicos alcalinos como hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio nas concentrações de 90 e 60 gramas por quilo de torta de mamona bruta, ambos diluídos em 2.000 ml de água permitem uma completa inativação das lectinas presentes na torta de mamona. Em relação ao tempo, recomenda-se que o material fique em contato por no mínimo três horas, podendo ser secado em seguida. Os tratamentos químicos influenciam diretamente no valor nutritivo e aproveitamento da proteína dietética das tortas de mamona destoxificadas, proporcionando alimentos com diferentes características nutricionais.

REFERÊNCIAS

- AL-MASRI, M. R.; GUENTHER, K. D. Changes in digestibility and cell-wall constituents of some agricultural by-products and urea treatments. **Radiation Physics Chemistry**, Londres, v. 55, n. 1, p. 324-329, 1999.
- ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G. K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K. S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 120, n. 1-2, p. 10-15, 2005.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS—AOAC, 2003. **Official Methods of Analysis**, 17th 2nd rev. ed. Association of Analytical Chemists—AOAC, Gaithersburg, M. D, p. 1094.
- BORJA, M. S.; Oliveira, R. L., SILVA, T. M., BEZERRA, L. R., NASCIMENTO, N. G., BORJA, A. D. P. Effectiveness of calcium oxide and autoclaving for the detoxification of castor seed meal in finishing diets for lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 231, n. 3, p. 76-88, 2017.
- COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, V. L. A. Composição química da torta de mamona. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA. 1., 2004, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: CBM, 2004. Disponível em : http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm1/index.html. Acesso em: 22 fev. 2019.
- DANG, L.; VAN DAMME, E. J. S. Toxic proteins in plants. **Phytochemistry**, Londres, v. 117, n. 1, p. 51-64, 2015.
- DINIZ, L. L.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; PINA, D. S.; SILVA, L. D.; BENEDETI, P. B.; BAIÃO, G. F.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES, R. F. D. Castor bean meal for cattle finishing: 1—Nutritional parameters. **Livestock Science**, Amsterdam v. 135, n. 2, p. 153–167, 2011.
- ENDO, Y.; TSURUG, K. The RNA N-glycosidase activity of ricin A-chain. The characteristics of the enzymatic activity of ricin A-chain with ribosomes and with rRNA. **The Journal of Biological Chemistry**, Londres, v. 263, n. 4, p. 8735-8739, 1988.
- KATEGILE, J.; URIO, N. A.; SUNDSTOL, F.; MZHIRWA, Y.G. Simplified method for alkali treatment of low-quality roughages for use by smallholders in developing countries. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 6, n. 5, p. 133-143, 1981.
- KIM, S. K.; HANCOCK, D. K.; WANG, L.; COLE, K. D.; REDDY, P.T. Methods to Characterize Ricin for the Development of Reference Materials. **Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology**, Gaithersburg. v. 111, n. 7, p. 313-324, 2006.
- LAEMMLI, U. K.; FAVRE, M. Maturation of the head of bacteriophage T4. I. DNA packaging events. **Journal of Molecular Biology**, New York, v. 80, n. 4, p. 575-599, 1973.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LIDE, D. R. **CRC Handbook of Chemistry and Physics**, Internet Version 2007, (87th Edition), <<http://www.hbcnetbase.com>>, Taylor and Francis, Boca Raton, 2388 p, 2007.

LYNN, K. R.; CLEVETTE-RADFORD, N. A. Lectins from latices of Euphorbia and Elaeophorbia species. **Phytochemistry**, Londres, v. 25, n. 7, p. 1553-1557, 1986.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Gaithersburg, v. 85, n. 5, 1217–1240, 2002.

OLSNES, S.; KOZLOV, J. V. Ricin. **Toxicon**, Minneapolis, v. 39, n. 11, p. 1723-1728, 2001.

ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

SAMPAIO, I. B. M. **Experimental Designs and Modeling Techniques in the Study of Roughage Degradation in Rumen and Growth of Ruminants**. 1988. 214 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - University of Reading, Reading.

TOMICH, T. R.; SAMPAIO, I. B. M. A new strategy for the determination of forage degradability with an in situ technique through the use of one fistulated ruminant. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 142, n. 3, p.589-593, 2004.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2º ed. Ithaca Cornell University Press, p. 476, 1994.

3 CAPÍTULO II: DESEMPENHO, PARÂMETROS NUTRICIONAIS E FUNÇÃO HEPÁTICA E RENAL DE CABRITAS RECEBENDO DIETAS CONTENDO TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA COM DIFERENTES SOLUÇÕES ALCALINAS

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar a influência da substituição do farelo de soja (FS) pela torta de mamona destoxificada (TMD) por dois produtos alcalinos sobre o consumo, desempenho, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e função hepática e renal em cabritas. Foram utilizadas cabras de duas raças, Saanen e Anglo Nubiana, com peso corporal inicial de $16,2 \pm 0,67$ kg, confinadas durante a fase de crescimento. Os tratamentos consistiram de três dietas: uma à base de FS e as outras duas à base de TMD com hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ou hidróxido de sódio (NaOH). Vinte e quatro cabras foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×2 (dieta x raça), com quatro repetições por combinação. O período experimental durou 270 dias. Os dados de consumo e digestibilidade foram analisados em duas fases distintas de acordo com as curvas de crescimento das cabritas: fase de crescimento acelerado linear (Fase I) e fase de redução da intensidade de crescimento corporal (Fase II). Em nenhuma das variáveis houve efeito de raças ou interação entre os dois fatores (dieta x raça). Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre a ingestão de nutrientes avaliadas em ambas as fases, com exceção de EE, NDT e EM durante a fase II. As cabras alimentadas com TMD NaOH apresentaram menor consumo de MS e nutrientes durante a Fase I, mas não diferiram daquelas alimentadas com TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ durante a Fase II. Não houve efeito ($P > 0,05$) das dietas sobre o desempenho dos animais, com exceção da conversão alimentar, que foi menor para as cabras alimentadas com TMD. Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, EE e FDN, onde os valores mais altos corresponderam às dietas com TMD. Houve efeito das dietas ($P < 0,05$) sobre os níveis séricos de creatinina, bilirrubina direta, ureia, alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase e gama-glutamiltransferase, porém sem alterações negativas envolvendo disfunção renal ou hepática. A inclusão de TMD na dieta de cabritas em confinamento é uma opção atrativa, considerando que as cabras alimentadas com TMD apresentam melhor conversão alimentar e seu uso não provoca alterações hepáticas e renais, sugerindo que o FS pode ser completamente substituído.

Palavras-chave: Anglo nubiana. Caprinos. Crescimento. Ricina. Saanen. Toxicidade.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of completely replacing soybean meal (SM) with castor cake detoxified (DCC) with two alkaline products on the intake, performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, and hepatic and renal function in goat kids. Goats of two breeds, Saanen and Anglo Nubian, with an initial body weight of 16.2 ± 0.67 kg, and confined during the growth phase, were used. The treatments consisted of three diets: one based on SM and the other two based on castor cake detoxified with calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) or sodium hydroxide (NaOH). Twenty-four goats were distributed in a completely randomized design using a 3 x 2 factorial scheme (diet x breed) with four replicates per combination. The experimental period lasted for 270 days; intake and digestibility data were analyzed in two distinct phases according to the growth curves of goats: a linear accelerated growth phase (Phase I), and a phase with a reduction in the intensity of corporal growth (Phase II). In none of the variables there was no effect of breeds or interaction between both factors (diet x breed). There a significant effect ($P < 0.05$) of diets on intake of nutrients that were evaluated in both phases, with the exception of EE, TND, and ME during phase II. The goats fed NaOH DCC showed lower intake of DM and other nutrients during Phase I, but they did not differ from those fed $\text{Ca}(\text{OH})_2$ DCC during Phase II. No significant effect ($P > 0.05$) of the diets was observed on the performance of the animals, except for feed conversion, which was lower for DCC fed goats. A dietary effect ($P < 0.05$) on apparent digestibility coefficients of dry matter, crude protein, ether extract, and neutral detergent fiber was found, where the highest values corresponded to DCC diets. There was significant effect of diets ($P < 0.05$) on creatinine, direct bilirubin, urea, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase and gamma-glutamyltransferase blood levels, however without any negative changes involving renal or hepatic dysfunction. Inclusion of DCC in the diet of goats reared in confinement is an attractive option, considering that goats fed DCC present lower feed conversion and its use does not cause hepatic and renal alterations, suggesting that SM can be completely replaced.

Keywords: Anglo Nubian. Goats. Growth. Ricin. Saanen. Toxicity.

3.1 INTRODUÇÃO

Devido à crescente e recente participação da mamona na indústria de alimentos, cosméticos outras tantas áreas criou-se oportunidades para a produção de ruminantes através da oferta de farelos ou tortas obtidas após a extração do óleo de sementes de oleaginosas. Desta forma, surgiu então uma possibilidade de integrar as cadeias agro energéticas e agropecuária, gerando emprego e renda, além, é claro, da possível minimização dos problemas ambientais causados por esses resíduos.

Neste sentido, estudos que permitem gerar informações sobre a melhor forma de utilização dos subprodutos na alimentação de ruminantes, fazem-se necessários. Entre os subprodutos gerados pela cadeia do óleo destacam-se o farelo e a torta de mamona, já que o cultivo desta oleaginosa cresce a cada ano, principalmente pelas baixas exigências em água e nutrientes no solo. Um dos principais atrativos para o uso do subproduto da mamona na alimentação de ruminantes é o alto valor protéico. Sendo que a fração proteica apresenta alto valor de digestibilidade quando comparada com o farelo de soja (OLIVEIRA et al., 2010, BORJA et al., 2017). Segundo Akande et al. (2015), a torta de mamona apresenta em sua composição de 342 a 480 g de proteína bruta por quilo de matéria seca.

No entanto, os subprodutos da mamona apresentam uma limitação nutricional devido à presença de proteínas tóxicas como a ricina e *ricinus aglutinina*, além de alcaloides de ricinina e complexos alergênicos, desencadeando inativação de ribossomos, hemólise, diarreias e crises alérgicas, respectivamente (DANG & VAM DAMME, 2015), porém após o processo de destoxificação a torta de mamona pode ser uma alternativa viável para contornar essa situação e assim utilizá-la na alimentação animal (ANANDAN et al., 2005).

Embora os caprinos sejam mais resistentes à toxicidade de certos compostos, se a torta de mamona não estiver totalmente destoxificada, a presença de mínimas quantidades de ricina na dieta ocasiona o comprometimento da função hepática e renal, causa diminuição sanguínea de albumina e glicose (MENEZES et al., 2012) e variações importantes e significativas nas concentrações de creatinina e ureia plasmática (ASLANI et al., 2007), além de redução da hemoglobina. Assim, a avaliação destes metabólitos no plasma pode ser útil no monitoramento de possíveis efeitos hepatotóxico e nefrotóxico.

Há vários trabalhos (CARRERA et al., 2012, COBIANCHI et al., 2012, FURTADO et al., 2012, GIONBELLI et al., 2014 e PALMIERI et al., 2016) em que se avaliou o efeito da utilização de subprodutos da mamona em dietas de ruminantes e suas implicações sobre a microbiota ruminal (OLIVEIRA et al., 2010a). Porém, a maioria das pesquisas foi conduzida

somente na fase inicial de crescimento e contemplando, em sua grande maioria, apenas machos. Além disso, em nenhuma dessas pesquisas avaliou-se a influência da torta de mamona sobre toda uma fase de produção animal, muitas vezes essa falta de acurácia ao longo do tempo, devido aos pequenos períodos de avaliação, acaba fornecendo informações que sub ou superestimam o potencial produtivo durante a fase avaliada, refletindo diretamente no potencial produtivo das fases posteriores e no potencial nutritivo dos subprodutos da mamona.

Na caprinocultura leiteira, por exemplo, para que a fase de lactação seja eficientemente produtiva há a necessidade de cabras bem desenvolvidas fisiologicamente. Sendo assim, a fase de recria é de suma importância, pois a formação de matrizes sadias, bem nutridas e desenvolvidas fisiologicamente irão refletir, posteriormente, saudáveis gestações e lactações. Vale ressaltar que, dentro de uma propriedade leiteira, as cabritas, durante a fase de recria, representam uma grande fonte de gastos, sobretudo com alimentos, haja vista ainda não estão em produção. Com base nisso, a utilização destes subprodutos pode tornar esta fase mais eficiente e refletir nas demais, pois a recria determina o potencial produtivo da futura cabra leiteira.

Nesse contexto, os resíduos da indústria de biodiesel, em especial a torta de mamona, surgem como alternativa alimentar para ruminantes no semiárido brasileiro, podendo substituir o farelo de soja, que é um alimento nobre e utilizado na alimentação humana, o que eleva os custos de produção. Com o intuito de minimizar os efeitos negativos provocados pela baixa oferta de farelo de soja em determinadas épocas do ano, hipotetizou-se a utilização da torta de mamona destoxificada por soluções alcalinas ser um possível substituto do farelo de soja em dietas desses animais. Diante disso, objetivou-se avaliar a influência da torta de mamona destoxificada sobre o consumo e digestibilidade de nutrientes, o desempenho produtivo, o balanço nitrogenado, as funções hepáticas e renais de cabritas Saanen e Anglo Nubiana recriadas em confinamento até a formação de matrizes aptas à reprodução.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Área experimental e período de ensaio

Todos os procedimentos envolvendo animais foram realizados de acordo com os regulamentos da Comissão de Ética no Uso de Animais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa com Caprinos, protocolo N° 005/2015. As análises químicas foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal e bioquímica da Embrapa Caprinos e Ovinos.

3.2.2 Animais, delineamento experimental e dietas

O trabalho foi conduzido no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°44'57,42" sul e 40°20'43,50" oeste) localizado na cidade de Sobral-CE, Brasil, no período compreendido entre setembro de 2015 a junho de 2016.

Foram utilizadas 24 cabritas com peso corporal médio de $16,22 \pm 0,67$ kg, sendo 12 Saanen e 12 Anglo Nubiana. Os tratamentos consistiram de três dietas, a primeira foi formulada com milho e farelo de soja (FS) e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$) e outra composta por torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio (TMD NaOH), ambas em total substituição ao farelo de soja. Como volumoso foi utilizado o feno de Capim-Tifton 85, moído em partícula de aproximadamente 4 cm.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3 x 2 (dieta x raça) com quatro repetições por combinação. As cabras foram submetidas a um regime de confinamento em baias individuais, suspensas e com piso ripado de 5,06 m², sendo 2,87 m² de área composta por solário, providas de bebedouros, comedouros e saleiros. Em condições pré-experimentais, as cabras foram identificadas, tratadas contra ecto e endoparasitos, e receberam vacina contra raiva, em seguida distribuídas nos tratamentos, passando por um período de adaptação de 15 dias.

As dietas experimentais foram formuladas com base nas recomendações do NRC (2007), sendo isoproteicas e isoenergéticas com relação volumoso:concentrado de 43:57, 40:60 e 36:64 para a dieta FS, dieta TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e TMD NaOH, respectivamente. A composição química dos ingredientes encontra-se na Tabela 1 e a proporção dos ingredientes e sua composição química com base na relação volumoso:concentrado encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Item (g/kg matéria seca)	Ingredientes				
	Feno	Milho	FS ^a	TMD ^b	TMD ^c
Matéria seca (g/kg de MF)	872,50	889,20	870,20	904,20	904,80
Matéria orgânica	911,30	965,90	956,90	867,70	855,60
Matéria mineral ^d	88,70	34,10	43,10	132,30	144,40
Proteína bruta	104,10	79,50	443,30	315,40	309,00
Proteína insolúvel em detergente neutro	27,00	30,20	131,70	100,30	102,70
Proteína insolúvel em detergente ácido	12,30	20,90	40,00	48,80	49,30
Extrato etéreo	14,50	36,80	28,80	52,10	47,50
Carboidratos totais	792,80	845,70	484,70	500,10	492,60
Carboidratos não fibrosos	277,80	722,40	320,80	103,90	132,40
Fibra em detergente neutro	722,70	184,60	217,80	483,40	443,50
FDN corrigido para cinzas e proteína	514,90	123,20	163,80	396,10	360,10
Fibra em detergente ácido	472,20	69,00	117,90	379,20	388,70
Lignina	60,60	8,80	12,20	50,70	46,10
Nutrientes digestíveis totais	546,80	848,00	822,50	620,50	627,90
Energia digestível (MJ/kg MS)	100,70	155,90	151,30	114,10	112,00
Energia metabolizável (MJ/kg MS)	82,80	139,20	134,20	96,60	94,10
Energia líquida (MJ/kg MS)	50,60	81,50	79,00	58,50	56,80

^a Farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

^d TMD Ca(OH)₂: 0,9 g de Na/kg MS e 2,25 g de Ca/kg MS; TMD NaOH: 29,2 g de Na/kg MS e 0,63 g de Ca/kg MS.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química (% na MS) das dietas

Ingrediente	Dieta		
	Dieta padrão (FS)	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
Item (g/kg de matéria seca)	Proporção dos ingredientes		
Feno de Capim-tifton 85	427,30	394,90	363,20
Milho moído	460,80	481,90	504,60
Farelo de soja	57,80	-----	-----
Torta de mamona destoxificada	-----	83,30	82,90
Óleo de soja	45,00	39,90	39,20
Calcário	9,10	0,01	10,10
Item (g/kg de matéria seca)	Composição química		
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	887,70	896,10	891,80
Matéria orgânica	942,30	897,80	938,10
Matéria mineral	57,70	102,20	61,90
Proteína bruta	112,00	112,90	112,30
Proteína insolúvel em detergente neutro	116,70	116,90	110,50
Proteína insolúvel em detergente ácido	33,00	34,90	35,50
Extrato etéreo	62,00	63,40	65,40
Carboidratos totais	761,40	721,20	751,80
Carboidratos não fibrosos	471,80	468,60	476,80
Fibra em detergente neutro	408,80	409,00	392,30
FDN corrigido para cinza e proteína	287,90	297,60	279,20
Fibra em detergente ácido	349,50	332,00	305,40
Hemiceluloses	166,00	163,60	152,60
Celulose	211,80	221,10	209,30
Ligninas	30,80	32,60	30,30
Nutrientes digestíveis totais	664,90	658,50	663,60
Energia digestível (Mcal/kg)	2,93	2,90	2,92
Energia metabolizável (Mcal/kg)	2,51	2,48	2,50
Energia líquida (Mcal/kg)	1,50	1,49	1,50

3.2.3 Manejo e coleta de dados

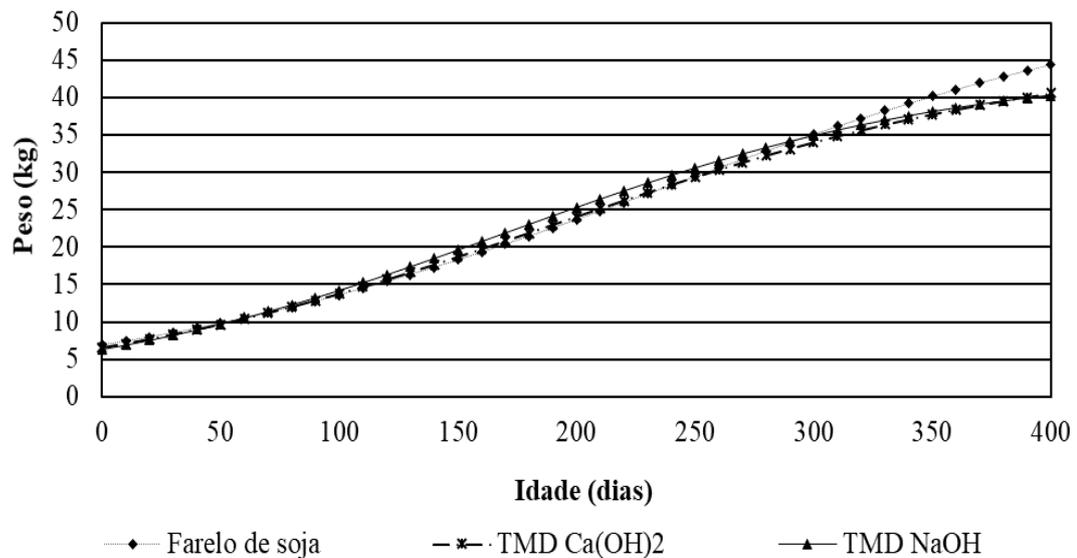
As dietas foram fornecidas diariamente às 8:00 am e 4:00 pm, de forma a permitir 10% do fornecimento em sobras. Durante todo o período experimental foram colhidas amostras do fornecido, tanto do volumoso quanto do concentrado, bem como das sobras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer à - 18 °C.

Ao final da fase de recria as amostras foram descongeladas e submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C durante 24 horas. Em seguida, trituradas em moinhos de faca (Wiley mill, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, USA) com peneira de 1,0 mm para os alimentos e sobras destinadas às análises química e à 2,0 mm para a avaliação da digestibilidade aparente.

Os coeficientes de digestibilidade aparente foram estimados de forma indireta por meio de indicador interno FDAi. Para tanto, as fezes foram coletadas diretamente da ampola retal, durante cinco dias, em diferentes horários (0, 3, 6 e 9 horas após a primeira alimentação) visando uma maior representatividade diária, em seguida identificadas e armazenadas em freezer à -18 °C, ao final das coletas, foram feitas amostras compostas e depois secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C até peso constante. As amostras de fezes e dos alimentos foram incubadas *in situ* por um período de 240 horas, segundo metodologia descrita por Casali et al. (2008).

Os dados de consumo e digestibilidade foram agrupados em dois períodos, com base no crescimento das cabras. Para tanto, foram feitas curvas de crescimento analisadas em função da raça e das dietas. Foram testados três modelos não lineares, Logístico, Von Bertalanffy e Gompertz. As estimativas dos parâmetros foram feitas pelo método iterativo de Gauss-Newton, utilizando-se o procedimento NLIN do SAS versão 9.3 (SAS, 2005). Os modelos foram avaliados em primeira instância para as duas raças simultaneamente e em seguida para as três dietas em função das raças. De posse dos resultados, observou-se que o Logístico, ($y = A (1 - e^{-kt})^{-m} + \varepsilon$), $A = 37,83$; $k = 0,0045$; $r^2 = 0,992$ apresentou melhor ajuste, com taxa de maturação ($\text{Log}_{0,05}/k$) de 223 dias de experimento (315 dias de vida), estabilizando-se com 37,83 kg de peso vivo (A). A Fase I correspondeu a um período linear de crescimento acelerado, e a partir do ponto de maturação (k) foi considerada a Fase II, portanto de redução na intensidade de crescimento corporal (Figura 1).

Figura 1 - Estimativa do peso em função da idade, obtidos pelo modelo Logístico em cabritas de aptidão leiteira alimentadas com dietas com TMD em substituição ao farelo de soja. [$y = A (1 - e^{-kt})^{-m} + \varepsilon$], $A = 37.83$; $k = 0.0045$; $r^2 = 0.992$]



Para a avaliação do balanço de nitrogênio, a produção total de urina foi estimada através da concentração de creatinina na urina. Foram obtidas amostras *spot* de urina, quatro horas após a alimentação, aproximadamente, a partir de micção espontânea em bolsas de colostomia (Medsonda[®]) com capacidade para 200 mL. As amostras preparadas de acordo com a metodologia de Valadares et al. (1999) e imediatamente congeladas. A produção de urina foi estimada pela equação proposta por Fonseca et al. (2006). As fezes foram coletadas diretamente da ampola retal, durante cinco dias, em diferentes horários (0, 3, 6 e 9 horas após a primeira alimentação) para amostragem representativa, assim como feito com as fezes destinadas aos ensaios de digestibilidade.

O procedimento de coleta de sangue realizou-se por punção da veia jugular, cinco dias antes do final da fase de recria, quatro horas após a alimentação da manhã, para a análise do teor de ureia e proteínas totais no soro e, antes da alimentação da manhã para os outros parâmetros, por meio de tubos vacutainer (Grainer Bio-One, Vacuette[®] Americana, SP, BRA) com capacidade para 9,0 mL.

Foram colhidas duas amostras de sangue de cada animal, em um tubo que continha anticoagulante (EDTA) e outro sem anticoagulante. Os tubos com anticoagulante foram direcionados para a dosagem de ureia e proteínas totais, e os sem anticoagulante foram analisados os teores creatinina, bilirrubina direta e total, albumina, fosfatase alcalina, alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), e gama-glutamil transferase (GGT). Para a dosagem de ureia e proteínas totais, o soro foi obtido por centrifugação dos tubos a 3.293 g por 15 minutos, identificado e armazenado em minitubos Eppendorf[®], e congelado

para análise. Os parâmetros sanguíneos e a creatinina na urina foram analisados com kits comerciais Labtest[®], com auxílio de procedimentos colorimétricos.

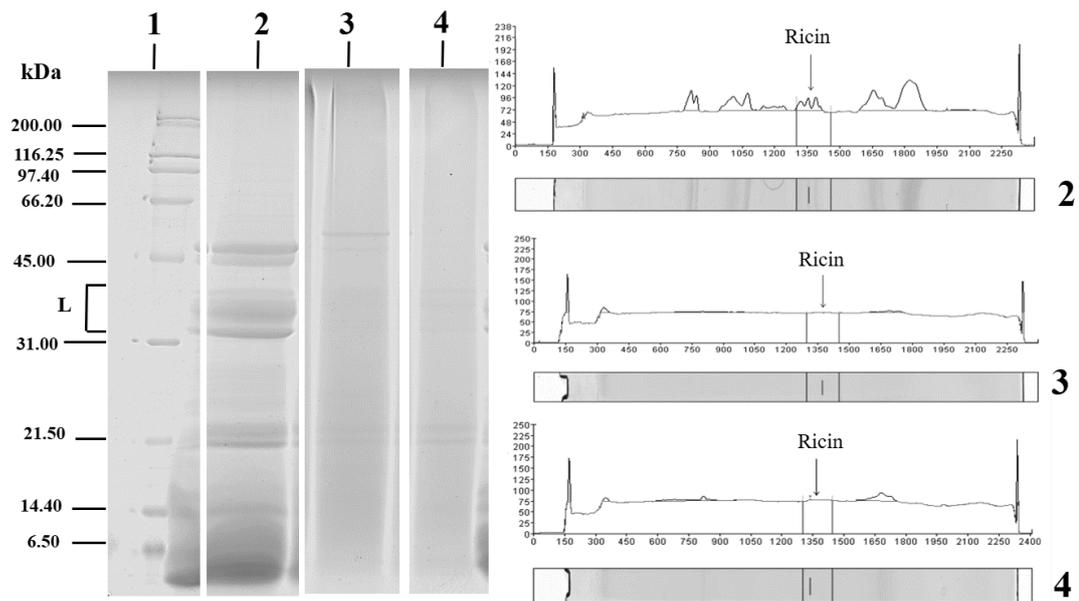
Foram realizadas pesagens com intervalos de 15 dias, sempre pela manhã, acompanhado de uma avaliação do escore de condição corporal (ECC), sendo que aos 270 dias determinou-se o peso corporal final (PCf), para avaliação do desempenho das cabras. Para cálculo do ganho médio diário (GMD), levou-se em consideração: $GMD = ((PCf - PC_{inicial}) / \text{dias em confinamento})$, já para o cálculo da conversão alimentar (CA) levou-se em consideração o consumo de matéria seca (DM) e ganho médio diário (GMD) ($CA = \text{Consumo MS} / GMD$). Utilizou-se como critério para a finalização da fase de crescimento a idade cronológica das cabras (1 ano) para obter-se a idade ao primeiro parto de 17 meses.

3.2.4 Destoxificação e medição de ricina

A torta de mamona utilizada foi obtida por prensagem mecânica, utilizando temperaturas entre 90 e 100 °C, da semente de mamona, para obtenção do óleo de rícino. Após três horas de mistura (dez minutos misturando e trinta minutos em repouso, alternadamente), a torta foi colocada sobre uma lona plástica, ao ar livre, por um período de 48 horas, sendo constantemente revolvida para uma secagem de forma homogênea. Depois de seca, a torta foi triturada em máquina forrageira, para permitir a redução no tamanho do material e facilitar a sua homogeneização com os demais ingredientes.

Para analisar o perfil eletroforético das proteínas provenientes da torta de mamona e identificação da ricina, utilizou-se aparelho de eletroforese vertical (modelo 2001 – Amsterdam – Pharmacia, Uppsala, Suécia). A SDS-PAGE foi realizada mediante géis com concentração de 5%, em tampão Tris-HCl, pH 6,8, e géis de separação com 15% de poliacrilamida, em tampão Tris-HCl, pH 8,8, contendo 0,1% de SDS a 10% (LAEMMLI e FAVRE, 1973). Para confirmação do desaparecimento das bandas, foi realizada a densitometria dos géis, utilizando o aplicativo Gel Analyzer[®], conforme observa-se na Figura 2.

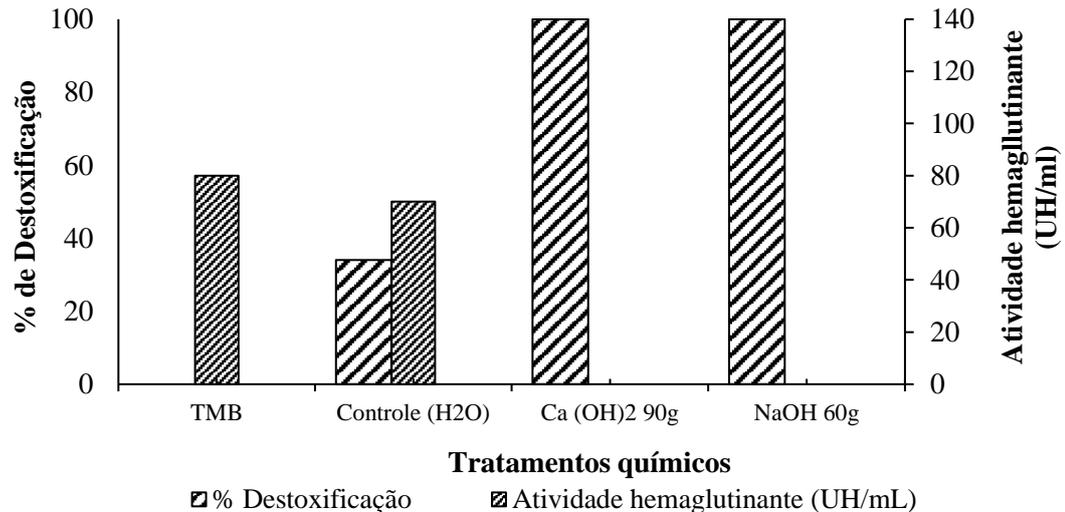
Figura 2 - Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).



A eficácia de destoxificação (ED) foi calculada por meio da seguinte equação: $ED (\%) = ((\text{controle} - \text{TMD}) / \text{controle}) \times 100$, em que: controle corresponde à concentração de ricina na torta de mamona bruta; e TMD corresponde à concentração de ricina nas tortas de mamona tratadas pelos diferentes reagentes.

Os bioensaios foram realizados com soluções contendo hemácias de coelho, seguindo metodologia adaptada de Lynn & Clevette-Radford (1986) para avaliar a presença ou não da *ricinus aglutinina*. Dos tratamentos testados, observou-se que as concentrações de 90 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e 60 g de NaOH para cada quilo de torta de mamona bruta destoxificaram 100% da ricina presente nas tortas de mamonas, além disso não houve atividade hemaglutinante (Figura 3). Foram essas duas concentrações, então, que foram utilizadas para formulação das dietas.

Figura 3 - Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.



3.2.5 Análise química e biológica

Nas amostras de alimentos (sobras e fornecido) foram determinados os teores de matéria seca (método nº 934.01), matéria orgânica (método nº 942.05), proteína bruta (método nº 954.01), extrato etéreo (método nº 920.39) de acordo com a AOAC (2003). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinzas residuais (MERTENS, 2002).

A estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foi feita conforme Licitra et al. (1996). A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas de acordo com Van Soest et al. (1991). O teor de lignina foi obtido a partir da metodologia descrita por Detmann et al. (2012), com o resíduo do FDA tratado com ácido sulfúrico a 72%. O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado com adaptação ao proposto por Hall (2003), utilizando o FDN_{cp}. O teor de carboidratos totais (CT) foi obtido pela equação proposta por Sniffen et al. (1992).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo Weiss (1999). Os valores de NDT foram convertidos em energia líquida (EL) e energia digestível (ED), utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001). O consumo de NDT foi calculado pela metodologia descrita por Sniffen et al., (1992), sendo $CNDT = (CPB - PBf) + 2,25(CEE - EEf) + (CCHO - CHOf)$, em que CPB, CEE e CHO significam consumos de PB, EE e CHO, respectivamente, e PBF, EEf e CHOf, teores de PB, EE e CHO nas fezes.

Os teores de nitrogênio consumido (NC), nitrogênio excretado nas fezes (NF) e nitrogênio excretado na urina (NU) foram determinados através da técnica de micro Kjeldahl (método nº. 954.01) da AOAC (2003). O balanço de nitrogênio (BN) foi calculado de acordo com a equação: $BN = NC - (NF + NU)/NC * 100$, e o nitrogênio retido (NR) pela fórmula: $NR =$

(BN(g/dia) - NEB (g). Sendo NEB, o nitrogênio endógeno basal, ao qual foi calculado segundo recomendações do (AFRC, 1993), considerando o N endógeno basal e as perdas por descamação de N como 0,35 e 0,018 do peso metabólico, respectivamente. Assim, tem-se: NEB (g/dia) = (0,35 + 0,018) x PC^{0,75}.

3.2.6 Análise estatística

Inicialmente os dados foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilks) e de homocedasticidade (Levene) e, atendida as pressuposições, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As análises foram realizadas a partir do seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde Y_{ijk} é a variável dependente correspondente à observação experimental; μ é a média geral; α_i é o efeito fixo das dietas; β_j é o efeito fixo da raça; $(\alpha\beta)_{ij}$ é o efeito de interação entre dietas e raças; e e_{ijk} é o erro aleatório, assumindo uma distribuição normal. A interação entre dieta e raça foi desdobrada somente quando significativa a 5% de probabilidade. Para avaliar os efeitos de dieta e raça, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS, versão 9.4 (SAS, 2005).

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Consumo de matéria seca e nutrientes

Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre o consumo de todos os nutrientes avaliados, em ambas as fases da recria, porém não houve ($P > 0,05$) efeito da raças e consumo de NDT na Fase II. Durante a Fase I da recria, o consumo de MS foi maior para as cabras alimentadas com FS e TMD Ca(OH)₂ tanto os valores expressos em g/dia quanto em % do peso corporal (PC) (Tabela 3). Assim como o consumo de MS, o consumo de PB foi maior para as cabras que receberam dietas com FS e TMD Ca(OH)₂, a mesma tendência foi observada para o consumo de EE, porém as que receberam TMD Ca(OH)₂ não diferiram das com TMD NaOH. Já o consumo de FDN foi maior para as cabras alimentadas com FS, seguida pelas que receberam TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH. As cabras alimentadas com TMD apresentaram maior consumo de NDT, 790,25 e 748,69 para as dietas TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH, respectivamente. Da mesma forma, a energia metabolizável foi maior para as cabras alimentadas com as TMD, 13,71 e 12,99 MJ/dia, na mesma ordem.

Tabela 3 - Consumo de matéria seca (CMS) em gramas por dia e em % de peso corporal (PC), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e energia metabolizável (CEM) por cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja durante a Fase I (Dos 60 aos 298 dias de vida).

Raça	Dietas			Média	EPM ⁴	P-valor		
	FS ¹	TMD ²	TMD ³			Dieta	Raça	D x R
	CMS (g/dia)							
Saanen	1018,90	922,85	822,19	921,31	36,14	*	0,341	0,921
Anglo Nubiana	979,02	902,32	760,12	880,49				
Média	998,96a	912,58a	791,16b					
	CMS (% PC)							
Saanen	3,21	3,03	2,81	3,02	0,10	*	0,624	0,352
Anglo Nubiana	3,31	3,07	2,50	2,96				
Média	3,26a	3,05a	2,65b					
	CPB (g/dia)							
Saanen	116,50	107,68	95,74	106,24	4,23	*	0,376	0,914
Anglo Nubiana	112,24	105,70	88,68	102,21				
Média	114,37a	106,69a	92,21b					
	CEE (g/dia)							
Saanen	65,00	61,67	56,75	61,14	2,50	*	0,348	0,956
Anglo Nubiana	62,64	59,66	52,76	58,35				
Média	63,82a	60,66ab	54,75b					
	CFDN (g/dia)							
Saanen	390,12	345,56	307,35	348,73	1,98	*	0,487	0,437
Anglo Nubiana	387,54	347,98	309,42	328,70				
Média	390,12a	347,98b	308,38b					
	CNDT (g/dia)							
Saanen	674,84	799,14	778,05	750,68	27,87	*	0,068	0,143
Anglo Nubiana	648,42	781,37	719,32	716,37				
Média	661,63b	790,25a	748,69a					
	CEM (MJ/dia)							
Saanen	11,71	13,86	13,50	13,02	1,32	*	0,243	0,076
Anglo Nubiana	11,25	13,56	12,48	12,43				
Média	11,48b	13,71a	12,99a					

¹ Dieta farelo de soja.

² Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

³ Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

⁴ Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Assim como na primeira fase de crescimento, a Fase II da recria foi influenciada pelas dietas ($P < 0,05$) e houve ausência ($P > 0,05$) sobre as raças. O consumo de MS tanto expresso em g/dia quanto em %PC foram maiores para as cabras alimentadas com FS. Já as cabras que

receberam as dietas com TMD tiveram os menores consumos de MS (Tabela 4). Observou-se que, independente da dieta, houve uma diminuição da Fase I para a Fase II quando os valores são expressos em relação ao peso corporal dos animais. Os consumos de PB e FDN foram maiores para as cabras alimentadas com FS. Não foi observado efeito ($P>0,05$) das dietas ou raças para o consumo de EE.

Tabela 4 - Consumo de matéria seca (CMS) em gramas por dia e em % de peso corporal (PC), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e energia metabolizável (CEM) por cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja durante a Fase II (Dos 299 aos 345 dias de vida).

Raça	Dietas			Média	EPM ⁴	P-valor		
	FS ¹	TMD ²	TMD ³			Dieta	Raça	D x R
	CMS (g/dia)							
Saanen	1059,76	885,54	912,52	952,61	27,56	*	0,777	0,540
Anglo Nubiana	1030,28	926,90	873,26	943,48				
Média	1045,02a	906,22b	892,89b					
	CMS (% PC)							
Saanen	2,79	2,06	2,16	2,34	0,09	*	0,290	0,036
Anglo Nubiana	2,29	2,28	2,10	2,22				
Média	2,54a	2,17b	2,13b					
	CPB (g/dia)							
Saanen	122,85	105,04	107,41	111,77	3,38	*	0,593	0,584
Anglo Nubiana	119,17	108,55	101,21	109,64				
Média	121,01a	106,79b	104,31b					
	CEE (g/dia)							
Saanen	69,04	60,08	63,66	64,26	2,05	0,059	0,636	0,723
Anglo Nubiana	66,82	61,64	60,90	63,12				
Média	67,93	60,86	62,28					
	CFDN (g/dia)							
Saanen	403,86	332,11	329,98	355,32	10,51	*	0,858	0,337
Anglo Nubiana	398,15	359,78	314,62	357,52				
Média	401,00a	345,94b	322,30b					
	CNDT (g/dia)							
Saanen	700,77	677,27	700,67	692,90	33,21	0,052	0,065	0,109
Anglo Nubiana	681,27	708,91	670,53	686,90				
Média	691,02	693,09	685,60					
	CEM (MJ/dia)							
Saanen	12,16	11,75	12,15	12,02	1,98	0,062	0,087	0,171
Anglo Nubiana	11,82	12,29	11,63	11,91				
Média	11,99	12,02	11,89					

¹ Dieta farelo de soja.

² Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

³ Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

⁴ Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.3.2 Digestibilidade da matéria seca e nutrientes

Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre a digestibilidade da MS e demais nutrientes em ambas as fases da recria (Tabelas 5 e 6) e não houve efeito ($P > 0,05$) das raças. As dietas contendo as tortas de mamona, independente do processo de destoxificação, apresentaram as maiores digestibilidades da MS, PB e FDN. Durante a Fase I da recria observou-se digestibilidade da MS acima de 73% para as dietas com as tortas de mamona, exceto a dieta com FS. Para todos os nutrientes foram observados melhores valores de digestibilidade para as cabras que receberam as dietas com torta de mamona, independente do produto químico, exceto a digestibilidade do EE, no qual a dieta com TMD Ca(OH)_2 não diferiu da dieta com FS.

Tabela 5 - Digestibilidade da matéria seca (CMS), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE) e fibra em detergente neutro (DFDN) em cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja durante a Fase I (Dos 60 aos 298 dias de vida).

Raça	Dietas			Média	EPM ⁴	P-valor		
	FS ¹	TMD ²	TMD ³			Dieta	Raça	D x R
	DMS (g/kg de matéria fresca)							
Saanen	672	721	725	716	0,13	*	0,456	0,634
Anglo Nubiana	652	740	749	710				
Média	662b	730a	732a					
	DPB (g/kg de MS)							
Saanen	737	779	769	761	0,11	*	0,424	0,276
Anglo Nubiana	718	771	774	754				
Média	727b	775a	771a					
	DEE (g/kg de MS)							
Saanen	783	829	832	815	0,13	*	0,248	0,376
Anglo Nubiana	789	813	839	814				
Média	786b	821b	835a					
	DFDN (g/kg de MS)							
Saanen	613	651	650	638	0,15	*	0,269	0,453
Anglo Nubiana	619	668	652	646				
Média	616b	659a	651a					

¹ Dieta farelo de soja.

² Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

³ Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

⁴ Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A mesma tendência aconteceu durante a Fase II da recria, na qual as dietas com TMD apresentaram as maiores digestibilidades de nutrientes (Tabela 6), com exceção da digestibilidade do EE, onde a dieta TMD NaOH apresentou maior digestibilidade, porém não diferiu da dieta TMD Ca(OH)₂, que por sua vez não diferiu da dieta FS.

Tabela 6 - Digestibilidade da matéria seca (CMS), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE) e fibra em detergente neutro (DFDN) em cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja durante a Fase II (Dos 299 aos 345 dias de vida).

Raça	Dietas			Média	EPM ⁴	P-valor		
	FS ¹	TMD ²	TMD ³			Dieta	Raça	D x R
	DMS (g/kg de matéria fresca)							
Saanen	646	711	728	695	0,13	*	0,558	0,487
Anglo Nubiana	659	720	737	705				
Média	652b	715a	732a					
	DPB (g/kg de MS)							
Saanen	712	750	761	741	0,13	*	0,308	0,235
Anglo Nubiana	716	770	770	752				
Média	714b	760a	766a					
	DEE (g/kg de MS)							
Saanen	768	802	815	795	0,14	*	0,451	0,376
Anglo Nubiana	769	811	817	799				
Média	768b	806ab	816a					
	DFDN (g/kg de MS)							
Saanen	605	632	630	622	0,15	*	0,255	0,543
Anglo Nubiana	602	644	637	628				
Média	604b	638a	633a					

¹ Dieta farelo de soja.

² Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

³ Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

⁴ Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.3.3 Desempenho e conversão alimentar

Observou-se que não houve efeito ($P > 0,05$) das dietas sobre o GMD e o GPT, nem efeito das raças (Tabela 7). A conversão alimentar foi influenciada ($P < 0,05$) pelas dietas. As cabras que consumiram as dietas com TMD apresentaram melhor conversão alimentar.

Tabela 7 - Ganho médio diário (GMD), ganho de peso total (GPT) e conversão alimentar (CA) em cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.

Raça	Dietas			Média	EPM ⁴	P-valor		
	FS ¹	TMD ²	TMD ³			Dieta	Raça	D x R
GMD (g/dia)								
Saanen	109,08	115,13	98,43	107,54	6,91	0,565	0,610	0,601
Anglo Nubiana	110,20	99,43	100,56	103,40				
Média	109,64	107,28	99,49					
GPT (kg)								
Saanen	25,32	27,42	25,65	26,13	1,67	0,985	0,783	0,740
Anglo Nubiana	26,32	24,72	25,67	25,57				
Média	25,82	26,07	25,66					
CA (kg/kg)								
Saanen	9,34	8,58	8,65	8,86	0,63	*	0,874	0,419
Anglo Nubiana	9,37	8,54	8,52	8,81				
Média	9,36b	8,56a	8,59a					

¹ Dieta farelo de soja.

² Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

³ Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

⁴ Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.3.4 Balanço de nitrogênio

O NC, NF, NU, NR e o BN foram influenciados ($P < 0,05$) pelas dietas, porém não foi observada influência ($P > 0,05$) das raças sobre essas variáveis. As cabras que receberam dietas com FS consumiram maiores quantidades de nitrogênio, seguido pelas da TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e TMD NaOH (Tabela 8).

O NF e o NU foram maiores para as cabras que consumiram TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$, porém o NU das cabras desta última dieta não diferiram das que consumiram FS, e o NF das cabras que consumiram TMD NaOH não diferiu das que receberam FS. O NR foi maior nas cabras que receberam a dieta com FS, e não foi observada diferença entre as dietas com as tortas de mamona. Para as três dietas observou-se BN positivo, sendo os maiores valores para a cabras alimentadas com TMD NaOH e FS, já as cabras alimentadas com TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ apresentaram o menor BN.

Tabela 8 - Nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio urinário (NU), nitrogênio retido (NR) e balanço de nitrogênio (BN) em cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.

Raça	Dietas			Média	EPM ⁴	P-valor		
	FS ¹	TMD ²	TMD ³			Dieta	Raça	D x R
NI (g/dia)								
Saanen	19,21	17,56	16,87	17,88	0,52	*	0,583	0,065
Anglo Nubiana	19,12	16,98	16,72	17,61				
Média	19,17a	17,27b	16,80c					
NF (g/dia)								
Saanen	4,45	4,81	3,91	4,39	0,20	*	0,849	0,054
Anglo Nubiana	4,33	4,76	3,85	4,31				
Média	4,39ab	4,79a	3,88b					
NU (g/dia)								
Saanen	2,12	2,16	1,72	2,00	0,08	*	0,852	0,065
Anglo Nubiana	2,09	2,20	1,78	2,02				
Média	2,11a	2,18a	1,75b					
NR g/dia								
Saanen	6,94	5,44	6,09	6,15	0,39	*	0,625	0,063
Anglo Nubiana	7,00	4,87	5,94	5,92				
Média	6,97a	5,15b	6,01b					
BN (%)								
Saanen	65,80	60,31	66,63	64,24	1,49	*	0,960	0,071
Anglo Nubiana	66,42	59,01	66,33	63,92				
Média	66,11a	59,66b	66,48a					

¹ Dieta farelo de soja.

² Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

³ Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

⁴ Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.3.5 Parâmetros sanguíneos

Houve influência ($P < 0,05$) das dietas sobre os teores de creatinina, bilirrubina direta, ALT, AST e GGT (Tabela 9) e não foi observada ($P > 0,05$) influência sobre a bilirrubina total, proteínas totais, albumina, fosfatase alcalina, além das raças sobre essas variáveis. Além disso, houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre o teor de ureia sanguínea, onde os maiores teores foram observados para as cabras alimentadas com FS.

Tabela 9 - Creatinina (CRE), bilirrubina direta (BD), bilirrubina total (BT), proteínas totais (PT), albumina (ALB), ureia (URE), fosfatase alcalina (FA), alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST) e gamma-glutamyltransferase (GGT) em cabritas de aptidão leiteira recriadas e alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada.

Raça	Dietas			Média	EPM ⁴	P-valor		
	FS ¹	TMD ²	TMD ³			Dieta	Raça	D x R
CRE (mg/dL)								
Saanen	0,87	1,18	0,90	0,98	0,06	*	0,096	0,656
Anglo Nubiana	0,79	1,00	0,70	0,84				
Média	0,83b	1,09a	0,81b					
BD (mg/dL)								
Saanen	0,13	0,09	0,13	0,12	0,03	*	0,710	0,563
Anglo Nubiana	0,14	0,08	0,07	0,10				
Média	0,14a	0,08b	0,10b					
BT (mg/dL)								
Saanen	0,53	0,51	0,53	0,52	0,06	0,877	0,719	0,679
Anglo Nubiana	0,53	0,59	0,49	0,54				
Média	0,53	0,55	0,51					
PT (g/dL)								
Saanen	5,74	6,37	6,21	6,10	0,37	0,408	0,627	0,114
Anglo Nubiana	5,25	6,18	7,92	6,32				
Média	5,50	6,27	6,95					
ALB (g/dL)								
Saanen	1,99	1,79	2,20	1,99	0,09	0,210	0,115	0,367
Anglo Nubiana	2,12	2,12	2,24	2,17				
Média	2,05	1,97	2,21					
URE (mg/dL)								
Saanen	22,34	18,87	18,49	19,90	0,87	*	0,249	0,297
Anglo Nubiana	20,78	20,17	15,64	18,69				
Média	21,67a	19,52ab	17,06b					
FA (IU/L)								
Saanen	4,41	5,10	4,62	4,71	0,72	0,765	0,612	0,547
Anglo Nubiana	4,89	4,91	5,56	5,14				
Média	4,65	5,33	4,74					
ALT (IU/L)								
Saanen	16,50	11,50	19,75	12,91	1,08	*	0,051	0,803
Anglo Nubiana	23,00	15,75	12,66	17,54				
Média	19,75a	13,62b	11,57b					
AST (IU/L)								
Saanen	114,34	63,35	67,89	81,86	4,97	*	0,703	0,648
Anglo Nubiana	109,84	71,98	65,89	84,08				
Média	112,09a	67,66b	67,03b					
GGT (IU/L)								
Saanen	71,01	51,90	61,76	61,56	3,55	*	0,475	0,721
Anglo Nubiana	70,41	59,24	63,84	64,56				
Média	70,71a	62,65ab	55,57b					

¹ Dieta farelo de soja.

- ² Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.
³ Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.
⁴ Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se maiores teores de creatinina nas cabras alimentadas com TMD Ca(OH)_2 . Os teores de bilirrubina direta, ALT, AST e GGT foram maiores nas cabras alimentadas com FS. Para a GGT não foi observada diferença entre as cabras alimentadas FS e TMD Ca(OH)_2 e desta última com as cabras alimentadas com TMD NaOH. Além disso, para as concentrações de ALT observou-se diferença entre as raças, onde as cabras Saanen apresentaram menores concentrações que as cabras Anglo Nubiana.

3.4 DISCUSSÃO

Os valores de consumo de MS (Tabelas 3 e 4) para as dietas com FS e TMD Ca(OH)_2 , em ambas as fases de recria, foram superiores aos preconizados pelo National Research Council (NRC, 2007), a exceção ficou por conta das cabras alimentadas por TMD NaOH. O NRC preconiza que cabritas jovens de aptidão leiteira com ganhos médios diários de 100 g, valores esses observados neste experimento, consomem em média 910 g MS/dia. Porém as cabras do tratamento com TMD NaOH, apesar do menor consumo de MS, tiveram melhor aproveitamento da dieta, haja visto que não houve efeito sobre o GMD (Tabela 7), além, é claro, da maior conversão alimentar, apesar do menor consumo dos demais nutrientes. Essa resposta pode estar associada a três fatores, o primeiro seria a redução na ingestão desses nutrientes pelos animais, resultando em maior tempo de permanência desse material no trato gastrintestinal, favorecendo a digestibilidade, pois, de uma forma geral, as digestibilidades da MS, PB, EE e FDN foram maiores para as dietas com TMD ($P < 0,05$).

O segundo fator seria a alta digestibilidade da TMD NaOH, por uma possível “amonização” durante o processo de destoxificação, pois os produtos alcalinos agem sobre a fração fibrosa da célula vegetal promovendo uma ruptura das pontes de hidrogênio, levando a uma expansão das moléculas de celulose que se tornam mais susceptíveis à ação das enzimas celulolíticas. Provocam ainda, a solubilização da hemicelulose em função do rompimento das ligações do tipo éster da hemicelulose com a lignina (AL-MASRI & GUENTHER, 1999).

Percebe-se uma discreta diminuição da fração fibrosa da TMD NaOH (Tabela 1) quando comparada a TMD Ca(OH)_2 , provavelmente devido a alta solubilidade do NaOH, pois esta base é formada por um metal alcalino, o que lhe confere maior solubilidade em água, dando-lhe

maior contato com os carboidratos estruturais, já o Ca(OH)_2 é formado por um metal alcalino-terroso, o que o deixa menos solúvel. Vale ressaltar que o NaOH utilizado no processo de destoxificação apresentava pureza para análise (P.A) de 98%, que pode ter aumentado ainda mais seu poder de solubilização dos componentes fibrosos da torta de mamona, principalmente quando comparada aos NaOH comerciais que apresenta pureza de 50 a 73%.

Segundo Pereira Filho et al. (2003), quando alguns alimentos são submetidos ao tratamento químico com NaOH, normalmente, proporciona ganhos de 20 a 50% na digestibilidade *in vitro* da matéria seca e aumento no consumo de FS, porém, neste trabalho, observou-se uma redução no consumo para as cabras alimentadas com TMD NaOH. Provavelmente o próprio sódio oriundo do hidróxido funcionou com um controlador de consumo, pois a TMD NaOH apresentava 2,92% de sódio na MS (Tabela 1), valor muito alto, principalmente se levar em consideração que essa torta entrou como 13,66% da matéria natural da ração concentrada. A presença, em grandes quantidades, desse íon no rúmen dos animais ocasiona mudanças na molaridade do rúmen, que pode prejudicar o ambiente, diminuindo o consumo de matéria seca (FORBES, 2007).

O terceiro fator seria a relação volumoso:concentrado deste tratamento (36: 64), que lhe conferiu alta digestibilidade da dieta (Tabela 4) e contribuiu para que o desempenho não fosse afetado pela alta quantidade de sódio na dieta.

O efeito para o consumo de MS influenciou nos resultados de consumo de PB, os quais mantêm relação direta, visto que as dietas foram isoproteicas. Durante a Fase I da recria observou-se que as cabras que consumiram a dieta com TMD NaOH apresentaram o menor consumo de PB, porém esse valor corresponde a exatamente 11,65% de PB da MS ingerida, o que condiz com o valor exigido para animais dessa categoria durante a fase de crescimento. A mesma tendência aconteceu durante a Fase II, que não diferiu da dieta TMD Ca(OH)_2 . Palmieri et al. (2016) avaliaram a inclusão de farelo de mamona destoxificada em dietas de cabritos e observaram diminuição no consumo de MS e na digestibilidade da matéria seca e proteína bruta.

Para o consumo de EE observou-se que para todos os tratamentos e em ambas as fases da recria, os valores foram superiores ao máximo recomendado para ruminantes que é de até 6% da MS, tais elevações se deram ao fato da adição de óleo de soja nas dietas para atender as exigências em energia. Apesar da diminuição no consumo de FDN pelas cabras que receberam TMD NaOH, a quantidade observada está acima da necessidade mínima diária que é de 25% da MS, sendo que o valor observado foi de 25,36%. Esta resposta até surpreende, pois se esperava maior consumo de FDN para as cabras alimentadas pelas TMD, pois uma característica intrínseca a este alimento é o alto teor de TMD, mas como as dietas foram

isofibrosas, a diferença entre os consumos foram, na verdade, uma consequência da variação no consumo de MS. Além disso, esses dados corroboram com os obtidos por Gionbelli et al. (2014) que avaliaram o efeito da inclusão da torta de mamona destoxificada em dietas de cordeiros e também observaram diminuição no consumo de FDN.

Nota-se que, ao comparar as duas fases da recria, os consumos de PB, EE e FDN, de uma forma geral, aumentaram consideravelmente da primeira para a segunda fase. Esse aumento no consumo deve-se ao incremento do peso corporal dos animais, pois quando esses valores são expressos em %PC há uma diminuição ao passarem de uma fase para outra, pois as exigências nutricionais diminuem com o amadurecimento dos animais. Uma das razões que explica este menor consumo com base no peso corporal é a fase de crescimento que os animais utilizados neste estudo se encontravam.

O maior consumo de NDT com a inclusão das tortas de mamona é justificada pela maior digestibilidade das frações nutricionais das dietas contendo este ingrediente (Tabelas 5 e 6). Segundo o NRC (2007), o consumo de NDT dessa categoria de cabras em crescimento para se obter ganho de aproximadamente 100 g/dia de peso corporal é de 420 a 500 g de NDT/dia. O consumo de NDT tem uma relação direta com a energia consumida pelos ruminantes, por isso podemos inferir que a substituição do farelo de soja pelas TMD nas dietas não reduziu o aporte energético para as cabras. Fato esse, que não promoveu a redução do desempenho animal (Tabela 7). De fato, o consumo de energia metabolizável foi maior para as cabras alimentadas com TMD (Tabelas 3 e 4). Principalmente durante a fase de crescimento acelerado dos animais (Figura 2).

De acordo com Owens (1993), o crescimento de cabritas desde o nascimento, em condições ambientais adequadas, é descrito como uma curva sigmoide com duas fases distintas, que se caracterizam por tendências bastante diferentes. Na Fase I, que correspondeu do início do experimento até 315 dias vida (Figura 1), o crescimento é acelerado e, conseqüentemente os animais apresentam maiores taxas de ganho de peso, em razão do desenvolvimento dos tecidos ósseo e muscular, ativado pela liberação dos hormônios proteicos de crescimento tiroxina e somatotropina, ocorrendo maior síntese de tecido muscular em relação ao adiposo, conseqüentemente, o consumo de MS é maior. A Fase II caracteriza-se pela redução na intensidade de crescimento corporal, com menor ganho de peso e maior deposição de tecido adiposo, apresentando, portanto, menor consumo de MS.

É interessante observar que os dados de desempenho contradizem os dados da literatura, onde cabras da raça Anglo Nubiana são consideradas de dupla aptidão e que, portanto, esperavam-se maiores ganhos de peso quando comparadas às Saanen. Porém, não foi observado

diferença de desempenho entre os genótipos avaliados. A conversão alimentar foi maior para as cabras que receberam as dietas com TMD, provavelmente pela maior digestibilidade da dieta (Tabelas 5 e 6). Nicory et al. (2015) avaliaram a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona nas dietas de cordeiros e também não observaram efeito sobre os ganhos médio diário, total e conversão alimentar.

A ausência de efeito da inclusão da torta de mamona sobre o desempenho das cabras durante a fase de recria justifica o uso potencial da TMD independente do produto alcalino usado na destoxificação, contudo deve-se considerar o custo unitário do nutriente proteína em relação às fontes proteicas convencionais disponíveis. Outro fator importante a ser considerado é o manuseio de tratamento empregado à torta de mamona, pois o tratamento com hidróxido de sódio apresenta alguns inconvenientes, tais como: maior cuidado no manuseio; excesso de sódio na dieta, nas fezes e na urina; e problemas de contaminação ambiental (FAHEY JR. et al., 1993).

O BN apresentou medias superiores a 50%, o menor valor foi observado para as cabras alimentadas com TMD Ca(OH)_2 (Tabela 8). Há uma correlação positiva entre o BN e GMD, uma vez que o BN positivo significa que ocorreu retenção de N suficiente para atender as exigências de proteína metabolizável, além de ser uma boa estimativa da qualidade do nitrogênio disponível para formar os tecidos corporais, porém como foi visto na Tabela 7 não houve efeito das dietas sobre o GMD das cabras.

É interessante observar a eficiência de utilização do nitrogênio pelas cabras alimentadas com TMD NaOH, pois elas tiveram o menor consumo de nitrogênio, contudo a excreção deste nutriente, tanto na urina quanto nas fezes foi menor, acompanhado do menor consumo de MS em ambas as fases da recria. Vale ressaltar que a digestibilidade da PB foi maior nas dietas com TMD, independente do produto alcalino usado na destoxificação (Tabelas 5 e 6), em ambas as fases da recria, que aliada a menor quantidade de proteína insolúvel em detergente neutro da dieta com TMD NaOH pode ter contribuído para o maior aproveitamento do nitrogênio.

Para os parâmetros renais e hepáticos, observou-se maiores teores de creatinina nas cabras alimentadas com TMD Ca(OH)_2 (Tabela 9). A creatinina é um bom indicador da função glomerular em ruminantes, porém as concentrações observadas não indicam algum tipo de nefropatia, pois segundo Kaneco et al. (2008), para caprinos, são normais os valores ente 0,7 a 1,5 mg/dL. A bilirrubina direta está relacionada à renovação de hemácias e é um bom indicador de problemas hepáticos, porém assim como a creatinina os valores observados estão dentro do permitido para animais desta categoria (0,00 a 0,15 mg/dL). As maiores concentrações de bilirrubina direta nas cabras alimentadas com FS podem estar relacionadas aos maiores

consumos de PB (Tabelas 3 e 4) e maior taxa metabólica de compostos nitrogenados, que por sua vez aumentam a taxa de circulação sanguínea, diminuindo assim o tempo de vida das hemácias, elevando assim a produção de bilirrubina a partir da hemoglobina. Os maiores valores de ureia sanguínea foram observados nas cabras que consumiram FS, valor este que está um pouco acima da referência que é de 10 a 20 mg/dL (KANEKO et al., 2008). É importante lembrar que os níveis de ureia sanguínea sofrem interferência, principalmente do teor de proteína consumida. Nesse sentido, observa-se que os altos níveis de ureia sanguínea nas cabras alimentadas com FS são consequência do alto teor de proteína consumida, e não da existência de uma hepatopatia, pois a amônia produzida durante o metabolismo do nitrogênio no rúmen, que não é utilizada pelos microrganismos, é absorvida pela parede ruminal. De acordo com Santos (2011) a reciclagem de ureia tem significativa contribuição para os ruminantes, principalmente para animais com baixo consumo de PB, porém como foi observado na Tabela 6, o maior consumo de PB deu-se nas cabras alimentadas com dietas contendo MS, o que provavelmente fez com que o teor de ureia circulante fosse maior, ao qual está relacionada à maior excreção de nitrogênio na urina. Nas demais dietas, os níveis de ureia plasmática foram considerados normais, ou seja, dentro do padrão.

Para as cabras que se alimentaram do FS observou-se maior atividade hepática (Tabela 9), pois apresentaram maiores teores de ALT, AST e GGT, porém para a GGT não foi observada diferença para as cabras alimentadas com TMD NaOH, que por sua vez foi igual as das cabras que consumiram TMD Ca(OH)₂. De acordo com Kaneko et al. (2008), animais sadios apresentam intervalos de 6 a 19 e 66 a 230 e UI/L quanto à ALT e AST, respectivamente.

Oliveira et al. (2010b) avaliaram a inclusão de farelo e de torta de mamona destoxificado ou não com o hidróxido de cálcio na dieta de ovinos e encontraram valores para ALT e AST dentro dos valores de referências preconizados para essa espécie, apesar de não terem conseguido destoxificar o material em 100%. No entanto, neste trabalho os autores incluíram somente 15% dos subprodutos acima citados na dieta dos animais.

Apesar das variações, todas essas enzimas estão dentro do padrão para animais desta categoria, exceto a GGT, ao quais as cabras que consumiram a dieta com FS apresentaram maiores valores. A GGT é uma enzima que é encontrada em membranas celulares, estando envolvida na transferência de aminoácidos através da membrana celular, principalmente nos hepatócitos (KANEKO et al., 2008), sendo, portanto, um bom indicativo de lesão hepática nos ruminantes, desde que seja excluída a possibilidade de ocorrência de lesões musculares e cardíacas, e está associada com a ocorrência de intoxicação por ricina em ratos e ovinos (KUMAR et al., 2003 e ASLANI et al., 2007). Essa alteração observada pode estar relacionada

ao maior aporte de amônia no sangue das cabras que consumiram FS, pois como foi visto o teor de ureia no sangue (Tabela 9) e a quantidade de nitrogênio excretado foi maior nestas cabras (Tabela 8). Assim, demonstra-se que o oferecimento da TMD aos animais não provocou nenhum tipo de lesão no fígado, muito menos nos rins.

3.5 CONCLUSÃO

As tortas de mamona destoxificadas por hidróxido de cálcio e/ou sódio possuem potencial para substituir o farelo de soja em concentrados para cabritas de aptidão leiteira. A torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio, quando utilizada na composição de dietas para cabras em fase de crescimento, promove diminuição no consumo de matéria seca e demais nutrientes. Ambas as tortas não alteram de forma significativa o ganho médio diário, contudo a conversão alimentar é maior. As dietas com a inclusão das TMD apresentam maiores digestibilidades, aumentam a retenção de nitrogênio e não provocam lesões renais e hepáticas em cabras Saanen e Anglo Nubiana durante a fase de crescimento.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL- AFRC. 1993. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford. CAB International, 159 pp. 1993.
- AKANDE, T. O.; ODUNSI, A. A.; AKINFALA, E. O. A review of nutritional and toxicological implications of castor bean (*Ricinus communis* L.) meal in animal feeding systems. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Oxford. v. 100, n. 2, p. 1-10, 2015.
- AL-MASRI, M. R.; GUENTHER, K. D. Changes in digestibility and cell-wall constituents of some agricultural by-products and urea treatments. **Radiation Physics and Chemistry**, Oxford. v. 55, n. 6, 323-329, 1999.
- ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G. K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K. S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 120, n. 2, p. 159–168, 2005.
- ASLANI, M. R.; MALEKI, M.; MOHRI, M.; SHARIFIA, K.; NAJJAR-NEZHADA, V.; AFSHARI, E. Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. **Toxicon**, Minneapolis. v. 49, n. 7, p. 400-406, 2007.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS—AOAC, 2003. **Official Methods of Analysis**, 17th 2nd rev. ed. Association of Analytical Chemists—AOAC, Gaithersburg, M. D, p. 1094.
- BORJA, M. S.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, T. M.; BEZERRA, L. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, N. G.; BORJA, A. D. P. Effectiveness of calcium oxide and autoclaving for the detoxification of castor seed meal in finishing diets for lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 231, n. 5, p. 76-78, 2017.
- CARRERA, R. A. B.; VELOSO, C. M.; KNUPP, L. S.; SOUZA JÚNIOR, A. H. S.; DETMANN, E.; LANA, R. P. Protein co-products and by-products of the biodiesel industry for ruminants feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 8, p. 1202–1211, 2012.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influence of incubation time and particles size on indigestible compounds contents in cattle feeds and feces obtained by in situ procedures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 335-342, 2008.
- COBIANCHI, J. V.; OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; GUIMARÃES, A. V.; VALADARES FILHO, S. C.; COBIANCHI, F. P.; OLIVEIRA, T. E. S. Productive performance and efficiency of utilization of the diet components in dairy cows fed castor meal treated with calcium oxide. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 6, p. 2238–2248, 2012.
- DANG, L.; VAN DAMME, E. J. S. Toxic proteins in plants. **Phytochemistry**, Amsterdam. v. 117, n. 7, p. 51-64, 2015.

- DIMEGLIO, L. A.; IMEL, E. A. 2013. **Calcium and phosphate: hormonal regulation and metabolism**. In: Burr, D.B., Allen, M.R (eds), *Basic and Applied Bone Biology*. Tokyo, Japan: Academic Press.
- FAHEY JR., G. C., BOURQUIN, L. D., TITGEMEYER, E. C., ATWELL, D. G., 1993. **Postharvest treatment of fibrous feedstuffs to improve their nutritive value**. In: Jung, H.G., Buxton, D.R., Hatfield, R.D., Ralph, J. (Eds.). *Forage cell wall structure and digestibility*. Madison: ASA-CSSA-SSSA.
- FITZHUGH JR., H. A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. **Journal of Animal Science**, Oxford. v. 42, n. 4, p. 1036-1051, 1976.
- FONSECA, C. E. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; RODRIGUES, M. T.; PINA, D. S.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; ARAÚJO, A. M. Microbial protein synthesis in lactating goats fed diets with increasing levels of dietary protein. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1169-1177, 2006.
- FORBES, J. M., 2007. **Voluntary food intake diet selection in farm animals**. CAB International.
- FURTADO, R. N.; CARNEIRO, M. S. S.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, F. H. T.; PEREIRA, E. S.; POMPEU, R. C. F. F.; SOMBRA, W. A. Nutritive value of feeds containing castor bean cake subjected to alternative methods of detoxification for sheep. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. v. 64, . 4, p. 155–162, 2012.
- GIONBELLI, T. R. S.; VELOSO, C. M.; GIONBELLI, M. P.; NOVAIS, M. A. S.; SILVA, A. L.; ESPECHIT, C. J. B.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O. G.; CUNHA, C. S.; ALCÂNTARA, P. H.; VIRGÍNIO JUNIOR, G. F.; DUARTE, M. S. Utilization of castor bean meal treated with calcium hydroxide fed wet or dry by lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 168, n. 6, p. 76–783, 2014.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, Oxford. v. 81, n. 3, p. 3226-3232, 2003.
- KANEKO, J.J.; HARHEY, I. W.; BRUSS, M. L. 2008. **Clinical biochemistry of domestic animals**. Academic Press.
- KUMAR, O.; SUGENDRAN, K.; VIJAYARAGHAVAN, R. Oxidative stress associated hepatic and renal toxicity induced by ricin in mice. **Toxicon**, Minneapolis, v. 41, n. 8, p. 333-338, 2003.
- LAPIERRE, H.; BERTHIAUME, R.; RAGGIO, G.; THIVIERGE, M. C.; DOEPEL, L.; PACHECO, D.; DUBREUIL, P.; LOBLEY, G. E. The route of absorbed nitrogen into milk protein. **Animal**, Cambridge. v. 80, n. 1, p. 11-22, 2005.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standartization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 57, n. 6, p. 347–358, 1996.

- LOBLEY, G. E., BREMNER, D. M., ZUUR, G. Effects of diet quality on urea fates in sheep as assessed by refined, non-invasive urea kinetics. **British Journal of Nutrition**, Londres, v. 84, n. 5, p. 459-468, 2000.
- MENEZES, D. R.; COSTA, R. G.; ARAÚJO, G. G. L.; PEREIRA, L. G. R.; OLIVEIRA, P. T. L.; SILVA, A. E. V. N.; VOLTOLINI, T. V.; MORAES, S. A. Blood, liver and rumen parameters of sheep fed diets containing detoxified castor bean meal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 47, n. 6, p. 103-110, 2012.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. Gaithersburg, v. 85, n. 3, p. 1217–1240, 2002.
- MILANO, G. D.; LOBLEY, G. E. Liver nitrogen movements during short-term infusion of high levels of ammonia into the mesenteric vein of sheep. **British Journal of Nutrition**, Londres. v. 86, n. 7, p. 507–513, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) 2001. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. The National Academy Press, Washington.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 2007. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids**. The National Academies Press, Washington.
- NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 71, n. 5, p. 2051-2069, 1988.
- OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, M. R. C.; BRITO, A. F.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; SOUZA, S. M.; MACHADO, O. L.T. In vitro ruminal degradation of ricin and its effect on microbial growth. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri. v. 157, n. 3, p. 41-54, 2010a.
- OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, M. R. C.; BRITO, A. F.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; SOUZA, S. M.; MACHADO, O. L. T. Nutrient digestibility, nitrogen metabolism and hepatic function of sheep fed diets containing solvent or expeller castor seed meal treated with calcium hydroxide. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri. v. 158, n. 4, p. 15-28, 2010b.
- PALMIERI, A. D.; CARVALHO, G. G. P.; TOSTO, M. S. L.; LEITE, V. M.; SANTOS, S. A.; BORJA, M. S.; AZEVÊDO, J. A. G., FREITAS JÚNIOR, J. E., LEITE, L. C., AYRES, M. C. C., RUFINO, L. M. A. Nutritional and productive performance of goats kids fed diets with detoxified castor meal. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri. v. 216, n. 8, p. 81-92, 2016.
- PEREIRA FILHO, J. M.; VIEIRA, E. L.; SILVA, A. M. A.; CEZAR, M. F.; AMORIM, F. U. Effect of sodium hydroxide treatment on fiber fraction, digestibility and tannin of Jurema-Preta Hay (*Mimosa tenuiflora*. Wild). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 8, p. 70-76, 2003.

POMPEU, R. C. F. F.; CANDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S.; BOMFIM, M. A. D.; CARNEIRO, M. S. S.; ROGÉRIO, M. C. P.; SOMBRA, W. A.; LOPES, M. N. Performance and carcass traits of sheep in feedlot and fed diets containing detoxified castor cake replacing soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 41, n. 6, p. 726-733, 2012.

SAS, 2005. **SAS Systems for Windows SAS® 9.4 Procedures Guide**. SAS Institute Inc., Cary, NC.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, Savoy. v. 70, n. 6, p. 3562-3577, 1992.

SOLAIMAN, S. G.; GURUNG, N. K.; MCCRARY, Q.; GOYAL, H.; MCELHENNEY, W. H. Feeding performance and blood parameters of male goat kids fed EasiFli® cottonseed. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 81, n. 7, p. 137-145, 2009.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 8, n. 7, p. 2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 74, n. 5, p. 3583-3597, 1991.

WEISS, W. P. 1999. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Cornell Nutrition conference for Feed Manufacturers, Proceedings. Ithaca: Cornell University, 176-185.

4 CAPÍTULO III: COMPORTAMENTO ALIMENTAR E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CABRITAS RECRIADAS CONSUMINDO DIETAS CONTENDO TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência da substituição do farelo de soja (FS) pela torta de mamona destoxificada (TMD) por dois produtos alcalinos sobre o comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de cabritas das raças Saanen e Anglo Nubiana, com peso corporal inicial de $16,22 \pm 0,67$ kg. Os tratamentos consistiram de três dietas, uma com formulação padrão à base de milho e FS e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$) e outra por hidróxido de sódio (TMD NaOH), as quais foram isoproteicas e isoenergéticas. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3 x 2 (dieta e raça) com quatro repetições por combinação. Houve efeito das dietas sobre o consumo de MS e FDNcp ($P= 0,02$ e $0,01$), com menores valores para as cabras alimentadas com TMD NaOH. As dietas influenciaram os tempos de alimentação e ruminação ($P= 0,04$ e $0,03$). Houve interação ($P= 0,04$ e $0,01$) entre as raças e dieta à base de FS para as variáveis tempo com outras atividade e ócio. Observou-se maiores eficiências de alimentação e ruminação da FDN para as cabras que consumiram FS e TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($P= 0,03$ e $0,01$). As cabras da dieta TMD NaOH consumiram maiores quantidades de água e as Saanen urinaram mais vezes que as Anglo Nubiana. Houve efeito das dietas sobre a frequência cardíaca e temperatura retal ($P= 0,01$ e $0,02$), já a temperatura corporal foi influenciada pelas raças. A torta de mamona destoxificada pelo hidróxido de cálcio e/ou hidróxido de sódio tem grande potencial para substituir o farelo de soja na alimentação de cabras leiteiras. Quando usado na composição de dietas para caprinos em fase de crescimento, a torta de mamona destoxificada pelo hidróxido de sódio leva à redução do CMS, bem como da FDN. Ambas as tortas não alteram negativamente os parâmetros fisiológicos das cabras.

Palavras-chave: Água. anglo Nubiana. Cálcio. Ruminação. Sódio. Saanen.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of replacing soybean meal (SM) with castor bean cake (DCC), detoxified using two alkaline products, on the feeding behavior and physiological parameters of Saanen and Anglo Nubian goat breeds with an initial body weight of 16.22 ± 0.67 kg. The treatments consisted of three diets that were isoproteic and isoenergetic: the first with a standard formulation based on corn and SM, the second with DCC detoxified using calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ DCC), and the third with DCC detoxified using sodium hydroxide (NaOH DCC). A completely randomized design with a 3×2 (diets and breeds) factorial arrangement and four replicates per combination was used. A dietary effect on the intake of dry matter (DM) and NDFap ($P = 0.02$ and 0.01) was observed, with lower values for goats fed NaOH DCC than the other diets. The diets influenced feeding and rumination times ($P = 0.04$ and 0.03). An interaction ($P = 0.04$ and 0.01) between the breeds and the SM-based diet was found for time variables (other activity and idle time). Increased feeding and neutral detergent fiber (NDF) rumination efficiencies were observed for goats fed SM and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ DCC ($P = 0.03$ and 0.01). Goats fed the NaOH DCC diet consumed large amounts of water, while Saanen goats urinated more times than did Anglo Nubian goats. The diets had an effect on the heart rate and rectal temperature ($P = 0.01$ and 0.02), while the body surface temperature was influenced by the breed. Thus, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ or NaOH DCC has a great potential to replace SM in the feeding of dairy goats. When used as diet for goats in the growth phase, NaOH DCC causes a reduction of DM and NDF intakes. Neither DCC negatively affected the physiological parameters of goats.

Key words: Water. Anglo Nubian. Calcium. Rumination, Sodium. Saanen.

4.1 INTRODUÇÃO

Em virtude da demanda crescente por alimentos de origem animal e vegetal, há a necessidade de prospecção de ingredientes alternativos para formulação de rações para ruminantes, a fim de não concorrer com ingredientes nobres que também são demandados diretamente na alimentação humana.

Um das possibilidades é o uso de subprodutos oriundos da indústria do biodiesel, e entre eles destacam-se os oriundos da mamona (SEVERINO et al., 2012). A limitação para uso da torta de mamona na alimentação animal é decorrente da presença da ricina na semente de mamona, glicoproteína tóxica constituída de duas subunidades A (36 KDa) e B (29 KDa), ligadas por pontes dissulfídicas. A ingestão da semente de mamona pode causar intoxicação em ruminantes (WORBS et al., 2011). Trabalhos recentes têm demonstrado o potencial de utilização da torta e/farelo de mamona em substituição ao farelo de soja em dietas para ruminantes após a destoxificação (POMPEU et al., 2012, FURTADO et al., 2012, GIOMBELLI et al, 2014, NICORY et al., 2015). Contudo, poucos são as avaliações em cabras de aptidão leiteira na fase de crescimento, principalmente porque, dentro de uma propriedade leiteira, as cabras que não estão em produção representam uma grande fonte de gastos. Com base nisso, a utilização destes subprodutos pode tornar esta fase mais eficiente, repercutindo positivamente no desempenho produtivo das futuras cabras leiteiras.

Por outro lado, deve-se levar em consideração a interação entre os animais de diferentes genótipos e seu ambiente criatório. Principalmente quando se trata de animais confinados, pois o manejo empregado representa grande parcela dos resultados obtidos. Com isso, avanços em pesquisas científicas vêm ocorrendo na área de nutrição animal, em especial quanto ao estudo do comportamento animal e aos processos fisiológicos, e como os diferentes fatores os afetam, particularmente quando há mudanças nas dietas fornecidas.

Partindo-se da premissa que a inclusão da torta de mamona em dietas de cabritas com aptidão leiteira pode influenciar o desempenho dos animais, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de cabritas das raças Saanen e Anglo Nubiana em confinamento.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Área e período experimental

O trabalho foi conduzido no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°44'57,42" sul e 40°20'43,50" oeste), na cidade de Sobral-CE, Brasil no período compreendido entre setembro de 2015 a junho de 2016.

4.2.2 Animais, delineamento experimental e dietas

Foram utilizadas 24 cabras, sendo 12 Saanen e 12 Anglo Nubiana, com peso corporal de $16,22 \pm 0,67$ kg, submetidos a um regime de confinamento em baias individuais, suspensas e com piso ripado de 5,06 m², sendo 2,87 m² de área composta por solário, providas de bebedouros, comedouros e saleiros. Todos os procedimentos envolvendo animais foram realizados de acordo com os regulamentos da Comissão de Ética no Uso de Animais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa com Caprinos, protocolo N° 005/2015.

Os tratamentos consistiram de três dietas, a primeira foi formulada com milho e farelo de soja (FS) e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD Ca(OH)₂) e outra composta por torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio (TMD NaOH), ambas em total substituição ao farelo de soja. Como volumoso foi utilizado o feno de Capim-tifton 85. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3 x 2 (dieta x raça) com quatro repetições por combinação. Em condições pré-experimentais, as cabras foram identificadas, tratadas contra ecto e endoparasitos, e receberam vacina contra raiva.

As rações experimentais foram formuladas com base nas recomendações do NRC (2007), sendo isoproteicas e isoenergéticas com relação volumoso:concentrado de 43:57, 40:60 e 36:64 para a dieta FS, dieta TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH, respectivamente. A composição química dos ingredientes encontra-se na Tabela 1 e a proporção dos ingredientes das dietas e a sua composição química com base na relação volumoso:concentrado encontra-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Item (g/kg de matéria seca)	Ingrediente				
	Feno	Milho	FS ^a	TMD ^b	TMD ^c
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	872,5	889,2	870,2	904,2	904,8
Matéria orgânica	911,3	965,9	956,9	867,7	855,6
Matéria mineral ^d	88,7	34,1	43,1	132,3	144,4
Proteína bruta (PB)	104,1	79,5	443,3	315,4	309,0
Proteína insolúvel em detergente neutro (g/kg PB)	259,2	380,2	297,2	317,9	332,5
Proteína insolúvel em detergente ácido (g/kg PB)	117,8	263,1	90,3	154,7	159,7
Extrato etéreo	14,5	36,8	28,8	52,1	47,5
Carboidratos totais	792,8	845,7	484,7	500,1	492,6
Carboidratos não fibrosos	277,8	722,4	320,8	103,9	132,4
Fibra em detergente neutro (FDN)	722,7	184,6	217,8	483,4	443,5
FDN corrigido para cinzas e proteína	514,9	123,2	163,8	396,1	360,1
Fibra em detergente ácido (FDA)	472,2	69,0	117,9	379,2	388,7
Hemicelulose	248,4	115,5	99,8	104,1	54,7
Celulose	413,6	60,2	105,6	328,5	342,6
Lignina	60,6	8,8	12,2	50,7	46,1
Nutrientes digestíveis totais	546,8	848	822,5	620,5	627,9
Energia digestível ^e (Mcal/kg)	24,1	37,3	36,2	27,3	26,8
Energia metabolizável (Mcal/kg)	19,8	33,3	32,1	23,1	22,5
Energia líquida (Mcal/kg)	12,1	19,5	18,9	14	13,6

^a Farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

^d TMD Ca(OH)₂: 0,9 g de Na/kg MS e 2,25 g de Ca/kg MS; TMD NaOH: 29,2 g de Na/kg MS e 0,63 g de Ca/kg MS. ^e Estimado segundo NRC (2001).

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química (% na MS) das dietas na fase de recria.

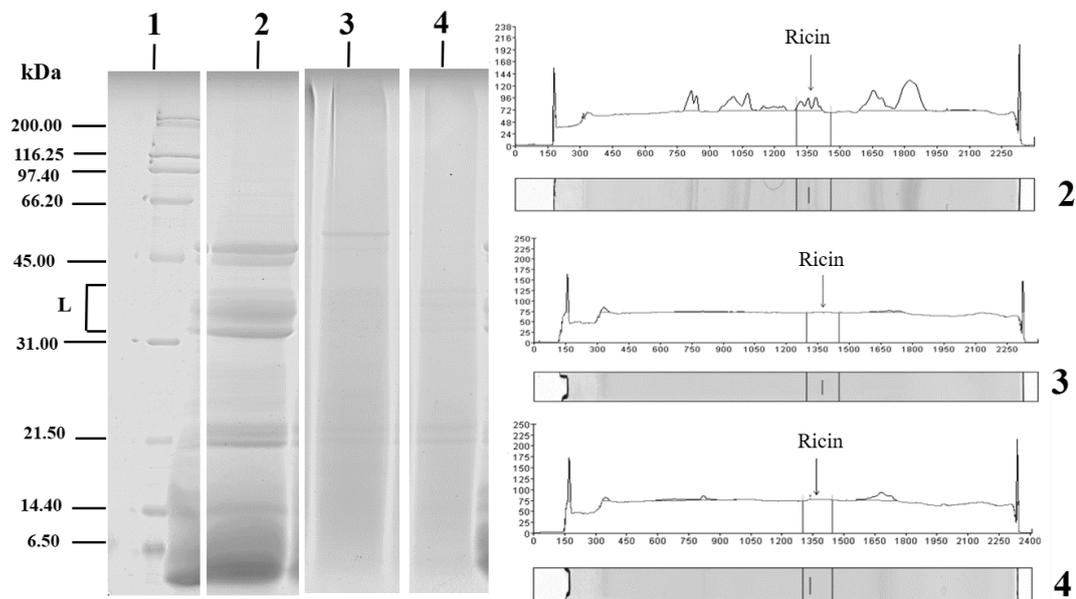
Ingrediente	Dieta		
	Dieta padrão (FS)	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
Item (g/kg de matéria seca)	Proporção dos ingredientes		
Feno de Capim-tifton 85	427,3	394,9	363,2
Milho moído	460,8	481,9	504,6
Farelo de soja	57,8	-----	-----
Torta de mamona destoxificada	-----	83,3	82,9
Óleo de soja	45,0	39,9	39,2
Calcário	9,1	0,01	10,1
Item (g/kg de matéria seca)	Composição química		
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	887,7	896,1	891,8
Matéria orgânica	942,3	897,8	938,1
Matéria mineral	57,7	102,2	61,9
Proteína bruta	112,0	112,9	112,3
Proteína insolúvel em detergente neutro	116,7	116,9	110,5
Proteína insolúvel em detergente ácido	33,0	34,9	35,5
Extrato etéreo	62,0	63,4	65,4
Carboidratos totais	761,4	721,2	751,8
Carboidratos não fibrosos	471,8	468,6	476,8
Fibra em detergente neutro	408,8	409,0	392,3
FDN corrigido para cinza e proteína	287,9	297,6	279,2
Fibra em detergente ácido	349,5	332,0	305,4
Hemiceluloses	166,0	163,6	152,6
Celulose	211,8	221,1	209,3
Ligninas	30,8	32,6	30,3
Nutrientes digestíveis totais	664,9	658,5	663,6
Energia digestível (Mcal/kg)	2,93	2,90	2,92
Energia metabolizável (Mcal/kg)	2,51	2,48	2,50
Energia líquida (Mcal/kg)	1,50	1,49	1,50

4.2.3 Destoxificação e medição da ricina

A torta de mamona utilizada foi obtida por prensagem mecânica, utilizando temperaturas entre 90 e 100 °C, da semente de mamona, para obtenção do óleo de rícino. Para a destoxificação da torta de mamona bruta foram utilizados dois produtos alcalinos, hidróxido de cálcio Ca(OH)₂ e hidróxido de sódio (NaOH) nas proporções de 90 e 60g/kg de torta, respectivamente. Para a diluição e eficácia dos reagentes, foi utilizado 2000 ml de água/kg de torta de mamona bruta. A torta foi destoxificada através da adaptação de um misturador semiautomático para homogeneização da solução destoxificante. Para a mistura da solução foi utilizada uma betoneira estacionária (Fischer[®] MOB 400 G2), equipada com motor trifásico.

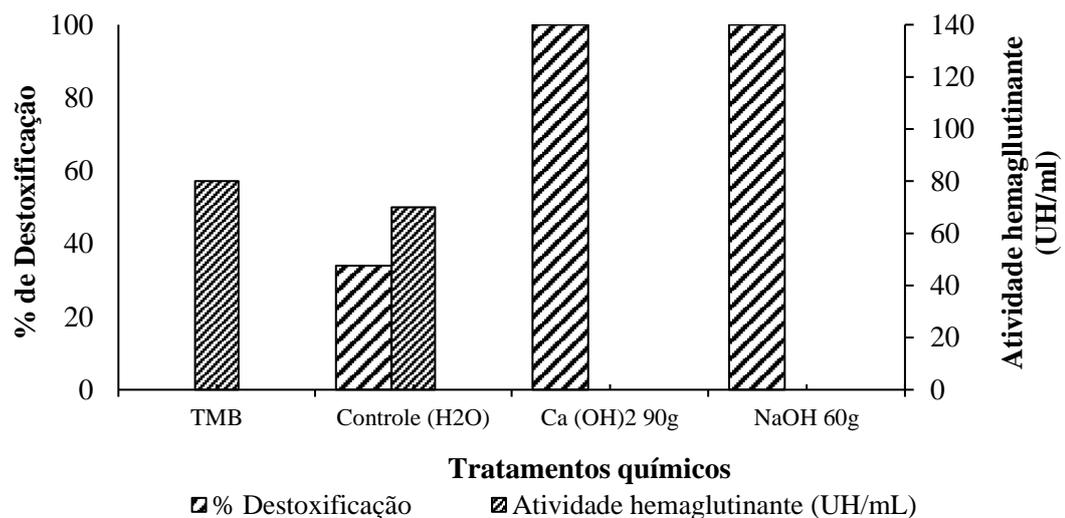
Após três horas de mistura, a torta foi colocada sobre uma lona plástica, ao ar livre, por um período de 48 horas, sendo constantemente revolvida para uma secagem de forma homogênea. Depois de seca, a torta foi triturada em máquina forrageira, para permitir a redução no tamanho do material e facilitar a sua homogeneização com os demais ingredientes. Para confirmação da destoxificação foram feitos bioensaios de hemaglutinação e análises por eletroforese em SDS-PAGE através da confirmação do desaparecimento das bandas de ricina, para garantir que a torta estivesse destoxificada (Figura 1).

Figura 1 - Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).



Os bioensaios foram realizados com soluções contendo hemácias de coelho para avaliar a presença ou não da *ricinus aglutinina*. Dos tratamentos testados, observou-se que as concentrações de 90 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e 60 g de NaOH destoxificaram 100% da ricina presente nas tortas de mamonas, confirmadas através de densitometria, utilizando o software ImageJ (National Institutes of Health, USA), ratificada pela avaliação da atividade hemaglutinante, a qual foi negativa (Figura 2). Portanto, foram utilizadas essas duas concentrações para destoxificar a torta bruta, visando a formulação das dietas.

Figura 2 - Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.



4.2.4 Análise química

No dia do ensaio de comportamento, as dietas foram fornecidas às 8 horas e às 16 horas, de forma a permitir 10% do fornecimento em sobras. Foram colhidas amostras do fornecido, tanto do volumoso quanto do concentrado, bem como das sobras no dia seguinte, os quais foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer à -18 °C. Nas amostras de alimentos (sobras e fornecido) foram determinados os teores de MS (método nº 934.01), matéria orgânica (método nº 942.05), proteína bruta (método nº 954.01), extrato etéreo (método nº 920.39) de acordo com a AOAC (2003). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinzas residuais (Mertens, 2002).

Para a formulação das dietas, a estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foi feita conforme Licitra et al. (1996). O teor de ligninas foi obtido a partir da metodologia descrita em Detmann et al. (2012), com o resíduo do FDA tratado com ácido sulfúrico a 72%. O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado com adaptação ao proposto por Hall (2003), utilizando o FDNcp, sendo: $CNF = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinza)$. O teor de carboidratos totais (CT) foi obtido

pela fórmula: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo Weiss (1999). Os valores de NDT foram convertidos em energia líquida (EL) e energia digestível (ED), utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001).

4.2.5 Avaliação do comportamento ingestivo

As observações do comportamento alimentar foram realizadas de modo instantâneo a intervalos de 10 minutos (ingestão de ração, ruminação, outras atividades e ócio) durante 24 horas. No decorrer da noite, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, procedimento adotado desde cinco noites anteriores para ambientação dos animais. Além disso, no intervalo entre duas observações, foi acompanhada a frequência de ingestão de água, micção e defecação. No dia seguinte, foram feitas colheitas durante três períodos de duas horas (08 às 10 horas, 14 às 16 horas e 18 às 20 horas) para estimar o número de mastigações merísticas por bolo ruminal (MMnb) e o tempo despendido de mastigação merística por bolo ruminal (MMtb), utilizando cronômetro digital.

Para a eficiência de alimentação (EA) e eficiência de ruminação (ER) em função da MS (g MS/h) e da FDN (g FDN/h) ingeridas, tempo de alimentação (T_{AL} , minutos/dia), tempo de ruminação (T_{RUM} , minutos/dia) e de mastigação total (TMT, h/dia), seguiu-se a metodologia citada por Bürger et al. (2000).

4.2.6 Avaliação dos parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e temperatura superficial corpórea (TSC) foram aferidos, nesta ordem, a fim de diminuir a influência do estresse de contenção física, durante três dias consecutivos, nos seguintes horários: 7 às 8 horas, 12 às 13 horas e 18 às 19 horas. A TR foi determinada através da introdução de um termômetro clínico digital (Techline® TS-101PM), com escala até 42,9 °C, introduzida diretamente no reto do animal, permanecendo por um período de estabilização até o disparo do sinalizador e o resultado expresso em graus centígrados.

A TSC correspondeu à média aritmética das temperaturas obtidas em cinco regiões determinadas do corpo: temperatura superficial da frente (TSF), do pescoço (TSP), do lombo (TSL), do costado (TSC), do ventre (TSV), com auxílio de termômetro infravermelho digital sem contato (ICEL-Manaus®-TD-950). A FR e FC foram obtidas com o auxílio de estetoscópio flexível ao nível da região laringo-traqueal para a FR, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos e o valor obtido multiplicado por quatro, e os valores expressos em

movimentos por minuto (movimentos/minuto), e entre o terceiro e quarto espaço intercostal, próximo à articulação costovertebral, durante um minuto para a FC, com valores expressos em batimentos por minuto (batimentos/minutos).

4.2.7 Análise estatística

Inicialmente os dados foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilks) e de homocedasticidade (Levene) e, atendida as pressuposições, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As análises foram realizadas a partir do seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde Y_{ijk} é a variável dependente correspondente à observação experimental; μ é a média geral; α_i é o efeito fixo das dietas; β_j é o efeito fixo da raça; $(\alpha\beta)_{ij}$ é o efeito de interação entre dietas e raças; e e_{ijk} é o erro aleatório, assumindo uma distribuição normal. A interação entre dieta e raça foi desdobrada somente quando significativa a 5% de probabilidade. Para avaliar os efeitos de dieta e raça, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS, versão 9.4 (SAS, 2005).

4.3 RESULTADOS

Houve efeito das dietas sobre o CMS e CFDNcp ($P < 0,05$), porém sem efeito das raças ($P > 0,05$). O CMS foi maior para as cabras alimentadas com FS e TMD Ca(OH)_2 (Tabela 3). Assim como o CMS, o CFDNcp foi maior para as cabras que receberam dietas com FS e TMD Ca(OH)_2 .

Tabela 3 - Consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDN_{CP}), tempo de alimentação (T_{AL}), de ruminação (T_{RUM}), em outras atividades (T_{OATIV}) e em ócio (T_{OCIO}) de cabritas de aptidão leiteira alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja na fase de recria.

Raça	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça	DxR
	CMS (g/dia)						
Saanen	1120,90	1010,35	962,91	1031,38A	*	0,341	0,921
Anglo Nubiana	1120,14	1032,28	980,27	1044,23A			
Média	1120,52a	1021,31a	971,59b				
	CFDN _{CP} (g/dia)						
Saanen	365,61	360,90	308,51	345,00A	*	0,487	0,437
Anglo Nubiana	379,30	352,55	298,21	343,35A			
Média	372,45a	356,72a	303,36b				
	T _{AL} (minutos/dia)						
Saanen	317,50	312,50	298,75	309,58A	*	0,795	0,542
Anglo Nubiana	330,00	330,00	280,00	313,33A			
Média	323,75a	321,25a	289,37b				
	T _{RUM} (minutos/dia)						
Saanen	402,50	422,50	327,50	384,16A	*	0,576	0,716
Anglo Nubiana	405,00	420,00	347,50	390,83A			
Média	403,75a	421,25a	337,50b				
	T _{OATIV} (minutos/dia)						
Saanen	235,00Bb	355,00Aa	385,00Aa	325,00	0,186	0,133	*
Anglo Nubiana	390,00Aa	315,00Aa	420,00Aa	375,00			
Média	312,50	350,00	387,50				
	T _{ÓCIO} (minutos/dia)						
Saanen	485,00Aa	320,00Ab	458,75Aa	360,83	0,176	0,085	*
Anglo Nubiana	315,00Ba	375,00Aa	392,50Aa	421,25			
Média	400,00	347,50	425,62				

^a Dieta farelo de soja

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas ou diferença entre as raças para o tempo em atividade e tempo em ócio, porém as dietas influenciaram ($P<0,05$) no tempo de ruminação e tempo de alimentação (Tabela 3). Foram observados maiores tempos de alimentação e ruminação para as cabras que receberam as dietas com FS e TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$, porém não diferiram entre si. Observou-se ($P<0,05$) interação entre raça e dieta para as variáveis tempo em outras atividades e tempo em ócio. A mesma tendência foi observada no tempo em que os animais ficaram em ócio. Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas ou genótipos sobre a eficiência de alimentação da MS, eficiência de ruminação da MS e tempo de mastigação total. As eficiências de alimentação e ruminação da FDN foram influenciadas pelas dietas ($P<0,05$).

Tabela 4 - Eficiência de alimentação da matéria seca (EAL_{MS}), da fibra em detergente neutro (EAL_{FDN}), Eficiência de ruminação da matéria seca (ERU_{MS}) da fibra em detergente neutro (ERU_{FDN}), tempo de mastigação total (TMT) e número de bolos ruminais (NBR) de cabritas de aptidão leiteira alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja na fase de recria.

Raça	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça	DxR
	EAL_{MS} (g MS/h)						
Saanen	190,00	199,84	190,00	199,84A	0,958	0,876	0,711
Anglo Nubiana	206,66	186,70	206,66	186,70A			
Média	198,33a	193,27a	198,33a				
	EAL_{FDN} (g FDN/h)						
Saanen	73,83	70,13	54,27	66,07A	*	0,937	0,725
Anglo Nubiana	79,24	64,86	55,41	66,50A			
Média	76,54a	67,50ab	54,84b				
	ERU_{MS} (g MS/h)						
Saanen	154,07	153,95	161,32	156,45A	0,537	0,690	0,881
Anglo Nubiana	153,61	155,55	173,39	160,85A			
Média	153,84a	154,75a	167,36a				
	ERU_{FDN} (g FDN/h)						
Saanen	59,84	53,48	44,91	52,74A	*	0,770	0,851
Anglo Nubiana	58,85	58,83	48,65	53,77A			
Média	59,34a	53,65ab	46,78b				
	TMT (h/dia)						
Saanen	12,33	11,64	12,10	12,02A	0,732	0,177	0,475
Anglo Nubiana	11,50	11,77	10,79	11,35A			
Média	11,91a	11,70a	11,45a				
	NBR (nº/dia)						
Saanen	795,60	747,78	672,55	738,64A	0,358	0,100	0,997
Anglo Nubiana	673,17	629,85	541,21	614,74A			
Média	734,39a	688,81a	606,88a				

^a Dieta farelo de soja

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

A menor eficiência de alimentação de FDN foi observada para as cabras alimentadas com as dietas com TMD NaOH. O mesmo comportamento foi observado para a eficiência de ruminação da FDN. A maior eficiência de ruminação da FDN foi observada para as cabras do tratamento com FS, que não diferiu do tratamento com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio. Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre a frequência de ingestão de água e interação na frequência de micções diárias (Tabela 5).

Tabela 5 - Ingestão de água (IA), micções (MIC) e defecações (DEF) de cabritas de aptidão leiteira alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja na fase de recria.

Raça	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça	DxR
	Ingestão de água (vezes/dia)						
Saanen	3,25	4,25	5,25	4,25A	*	0,269	0,181
Anglo Nubiana	2,75	1,25	6,00	3,33A			
Média	3,00b	2,75b	5,62a				
	Micção (vezes/dia)						
Saanen	6,75Aa	5,50Aa	7,75Ba	6,66	0,471	0,279	*
Anglo Nubiana	5,50Aa	4,25Aa	2,25Ab	4,00			
Média	6,12	4,87	5,00				
	Defecação (vezes/dia)						
Saanen	4,50	4,75	4,75	4,66A	0,584	0,644	0,593
Anglo Nubiana	5,00	4,00	6,25	5,08A			
Média	4,75a	4,37a	5,50a				

^a Dieta farelo de soja

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Observou-se que as cabras Anglo Nubiana que consumiram a dieta FS urinaram menos que as Saanen da mesma dieta. Observou-se efeito das dietas sobre a FC e TR ($P < 0,05$), já a TSC foi influenciada pelo genótipo dos animais.

Tabela 6 - Frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura superficial corpórea (TSC) de cabritas de aptidão leiteira alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja na fase de recria.

Raça	Dieta			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça	DxR
	FC (bat/min)						
Saanen	86,88	86,88	75,07	82,94A	*	0,150	0,630
Anglo Nubiana	93,27	83,33	75,55	84,05A			
Média	90,08a	85,10b	75,31b				
	FR (movim/min)						
Saanen	39,05	38,05	38,62	38,57A	0,243	0,790	0,838
Anglo Nubiana	39,66	39,02	37,63	38,77A			
Média	39,36a	37,84a	38,83a				
	TR (°C)						
Saanen	38,96	39,01	38,78	38,92A	*	0,359	0,363
Anglo Nubiana	39,09	38,95	38,85	38,97A			
Média	39,03a	38,98a	38,82b				
	TSC (°C)						
Saanen	36,12	36,22	35,96	36,10B	0,997	*	0,587
Anglo Nubiana	36,52	36,39	36,65	36,52A			
Média	36,32a	36,31a	36,30a				

^a Dieta farelo de soja

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

4.4 DISCUSSÃO

Provavelmente o menor CMS e CFDNcp para as cabras alimentadas com TMD NaOH está relacionado ao teor de sódio na torta de mamona destoxificada por esse produto alcalino (Tabela 1), pois segundo Paulino (2000), a maior inclusão de sódio na dieta de ruminantes proporciona um efeito autorregulador do consumo voluntário pelos animais. Oliveira et al. (2016) avaliaram o efeito da inclusão de NaCl em dietas de ovinos e observaram que à medida que se aumentava a inclusão do sal na composição do sal forrageiro, reduzia-se o CMS pelos animais, sendo que até o nível de 3% de NaCl na composição do sal forrageiro não houve redução no consumo pelos animais. Observa-se que a quantidade de sódio na TMD NaOH (Tabela 1) era 32,4 vezes superior que na TMD Ca(OH)₂, o que evidencia ainda mais esse efeito no controle do CMS. Os resultados para o tempo de ruminação ficaram próximos aos 403 minutos/dia de ruminação obtidos por Vieira et al. (2011), utilizando a substituição total do farelo de soja pelo farelo de mamona em dieta de ovinos.

Os menores tempos de ruminação e alimentação estão relacionados diretamente ao menor CMS, pois segundo Queiroz et al. (2001), o tempo gasto na ruminação depende do tipo de dieta e parece ter pouca variação nas dietas ricas em grãos, chegando ao máximo de 600 minutos/dia naquelas ricas em volumosos. Ademais, o nível de ingestão de alimento também influencia o

tempo de ruminação, pela maior quantidade de alimento a ser fragmentado, antes de ser digerido. Vale ressaltar que a menor relação volumoso:concentrado da dieta TMD NaOH (36:64) também pode ter contribuído para o menor tempo de ruminação, pois segundo Giger-Reverdin et al. (2014), o menor tamanho das partículas do concentrado favorece a maior taxa de passagem do alimento.

Sob outra perspectiva, o tempo de ruminação tem relação direta com o consumo de FDNcp, uma vez que o aumento no consumo de fibra, segundo Van Soest (1994), promove aumento no tempo de ruminação, devido à maior necessidade de processamento desta. Oliveira et al. (2016), avaliaram a inclusão do farelo de mamona destoxificado por óxido de cálcio no comportamento ingestivo de cordeiros e observaram que o tempo de ruminação ficou acima de 500 minutos.dia⁻¹, e à medida que aumentava a quantidade de farelo na dieta, o tempo de ruminação tendeu a aumentar. Porém o teor de FDNcp das dietas estava acima de 47%, e neste experimento o teor de FDNcp das dietas estavam abaixo de 30%, o que pode ter contribuído para que o tempo de ruminação fosse menor.

Em relação ao tempo em ócio, esse tipo de comportamento foi comum ao longo de todo o experimento, onde as cabras Anglo Nubiana apresentaram menor adaptação ao ambiente de confinamento, visto que tiveram temperamento menos dócil que as Saanen. Como as atividades envolvidas com o comportamento ingestivo são consideradas excludentes, os maiores tempos destinados à alimentação das cabras do tratamento FS refletiu em menores tempos destinados às demais atividades (ócio e outras atividades). O aumento do tempo em ócio é de fundamental importância em animais de produção, uma vez que animais em ócio refletem em redução nos gastos de energia (MISSIO et al., 2010), porém o consumo de matéria seca deve suprir as suas exigências nutricionais. Gomes et al. (2017) avaliaram comportamento em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona bruta ou destoxificada por diferentes produtos alcalinos e observaram que as dietas com torta destoxificada via ureia reduziram apenas o tempo em ócio dos animais.

Vale ressaltar que o teor de FDA nas dietas variou de 34,95; 33,20 e 30,54% para os tratamentos com FS, TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH, respectivamente, que pode ter influenciado na eficiência de ruminação da fibra. 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.

Palmieri et al. (2017) avaliaram o efeito da inclusão de farelo de mamona destoxificado em dietas de caprinos em crescimento e não observaram alterações nos tempos de alimentação,

ruminação e ociosidade, porém, houve diminuição no consumo de matéria seca e na eficiência de ruminação da matéria seca.

Segundo Neiva et al. (2004) a frequência de ingestão de água tem correlação direta com o consumo de matéria seca, nesse caso, porém, aconteceu o inverso, já que as cabras do tratamento TMD NaOH consumiram menores quantidades de matéria seca. Esse comportamento pode ser explicado por dois fatores. O primeiro está relacionado ao teor de sódio na TMD NaOH, pois como foi visto, a presença deste elemento em grande quantidade neste alimento (Tabela 1) reduziu o CMS (Tabela 3). Grande quantidade de sódio na dieta altera a tonicidade do meio ruminal, desbalanceando-o seu nível de sódio em relação aos demais órgãos do corpo do animal, acarretando um aumento da permeabilidade epitelial ao sódio, e secundariamente, à água, que induz a um aumento da tonicidade do líquido extracelular. Com isso há um aumento na frequência de ingestão de água para tentar diluir o sódio e assim tornar o meio isotônico em relação ao organismo como um todo (KOZLOSKI, 2011; MCKINLEY & JOHNSON, 2004).

O segundo fator está relacionado ao CFDN e é uma consequência do primeiro. As cabras alimentadas com as dietas FS e TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ consumiram maiores quantidades de FDN, despendendo assim maior tempo de ruminação (Tabela 3). Esse comportamento estimulou o maior fluxo de saliva, proporcionando maior taxa de diluição da MS ao nível de rúmen. Ao contrário, as cabras da dieta TMD NaOH consumiram menores quantidades de FDN, não estimulam ruminação extensa, o que resultou em baixa taxa de diluição, influenciando maior frequência de ingestão de água.

Um fator que pode ter influenciado na menor frequência urinária dos animais da raça Anglo Nubiana é a coloração escura da pelagem desses caprinos, que promove maior absorção de calor do ambiente, levando-os ao maior estresse térmico. Com isso, a dissipação do calor ocorrerá pela conversão da água em forma de vapor, tanto pelo suor secretado pelas glândulas da pele quanto pela umidade do trato respiratório (MORAND-FEHR & DUREAU, 2001), o que justifica a menor frequência urinária.

A maior FC para os animais alimentados com a dieta FS deve estar ligada ao CMS e tempo de ruminação dos animais, pois segundo Kolb (1980) a ingestão de grandes quantidades de alimento causa um aumento considerável na frequência cardíaca e a ruminação altera a frequência cardíaca em 3%. Como foi visto na Tabela 3, os animais alimentados com esta dieta consumiram maiores quantidades de matéria seca e apresentaram maiores tempos de ruminação, junto às cabras alimentadas com TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Apesar da variação observada,

todos os animais apresentaram frequência dentro do normal, que varia de 70 a 90 bat/min (Kelly, 1976).

A TR é um bom indicador do efeito das dietas sobre a energia produzida pelo metabolismo, pois o aumento na TR significa que o animal está estocando calor, e se este não é dissipado, o estresse calórico manifesta-se (CUNNINGHAM, 2014). Provavelmente, o maior consumo e maior tempo de ruminação (Tabela 3), em consonância com a menor frequência de ingestão de água, aumentou a temperatura interna das cabras que consumiram estas duas dietas. Já as cabras que consumiram a dieta à base de TMD NaOH, tiveram menor incremento calórico, em consequência do menor consumo e maior ingestão de água, dissipando assim o calor metabólico. Apesar das variações mínimas observadas, as cabras do experimento não sofreram grande estresse oriundo da dieta, pois segundo Kelly (1976), para caprinos em repouso, a referência fisiológica para esta variável é de 38,5 °C a 39,7 °C.

A TSC das cabras Anglo Nubiana foi maior que das cabras Saanen o que está relacionado à cor da pelagem. Como foi visto na frequência urinária, a coloração mais clara da pelagem das cabras Saanen reflete mais calor que, apesar do galpão estar coberto, promove maior reflexão de calor do ambiente, ao contrário das cabras Anglo Nubiana, que por sua vez absorvem maior quantidade de calor devido à pelagem escura e malhada. Silva et al. (2006) relataram menor temperatura superficial em cabras Savana que em Anglo Nubiana, argumentando que a pelagem clara da raça Savana facilita na reflexão do calor.

Salienta-se que, apesar da diferença na TSC, o desempenho animal está relacionado a fatores mais marcantes como a dieta e o potencial genético do animal e não se deve atribuir somente o efeito da pelagem como um todo, Rocha et al. (2009), ao exporem ao sol cabras Saanen e Azul observaram que as primeiras, apesar da pelagem branca, apresentaram menor desempenho, denotando maior influência da origem da raça do que da cor da pelagem.

4.5 CONCLUSÃO

A torta de mamona destoxificada com hidróxido de sódio reduz o consumo de matéria seca e a eficiência de alimentação de cabritas leiteiras de recria. Os parâmetros fisiológicos são influenciados tanto pelas dietas quanto pelas raças, porém sem alterações negativas que indiquem estresse ou desconforto animal.

REFERÊNCIAS

- AOAC- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS, 2003. **Official methods of analysis**. 17. ed. Gaithersburg, M.D., 1094 p.
- BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Ingestive Behavior in Holstein Calves Fed Diets with Different Concentrate Levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 236-242, 2000.
- CARTER, R. R.; GROVUM, W. L. Factors affecting the voluntary intake of food by sheep. 5. The inhibitory effect of hypertonicity in the rumen. **British Journal of Nutrition**, Londres, v. 64, n. 4, p. 285-299, 1990.
- CUNNINGHAM, J. G., KLEIN, B.G. 2014. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 5. ed. Elsevier, Rio de Janeiro, p. 624.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. 2012. **Métodos para análise de alimentos** – INCT – Ciência Animal. Suprema, Visconde do Rio Branco, p. 214.
- FURTADO, R. N.; CARNEIRO, M. S. S.; CANDIDO, M. J. D.; GOMES, F. H. T.; PEREIRA, E. S. Valor nutritivo de dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 2, p. 155-162, 2012.
- GIGER-REVERDIN, S.; RIGALMA, K.; DESNOYERS, M.; SAUVANT, D.; DUVAUX-PONTER, C. Effect of concentrate level on feeding behavior and rumen and blood parameters in dairy goats: Relationships between behavioral and physiological parameters and effect of between-animal variability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, n. 8, p. 4367-4378, 2014.
- GIONBELLI, T. R. S.; VELOSO, C. M.; GIONBELLI, M. P.; NOVAIS, M. A. S.; SILVA, A. L.; ESPECHIT, C. J. B.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O. G.; CUNHA, C. S.; ALCÂNTARA, P. H.; VIRGÍNIO JUNIOR, G. F.; DUARTE, M. S. Utilization of castor bean meal treated with calcium hydroxide fed wet or dry by lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 168, n. 2, p. 76-783, 2014.
- GOMES, F. H. T.; CANDIDO, M. J. D.; CARNEIRO, M. S. S.; FURTADO, R. N. F.; PEREIRA, E. S. Intake, behavior and performance in sheep fed diets containing castor cake. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 8, p. 182-190, 2017.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, Oxford. v. 81, n. 7, p. 3226-3232, 2003.
- KELLY, W. R. 1976. **Diagnóstico clínico veterinário**. 2. ed. Continental, Barcelona. p. 444.
- KOZLOSKI, G. V. 2011. **Bioquímica dos ruminantes**, 3. ed. UFSM, Santa Maria, p. 280.

- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M., VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 57, n. 1, p. 347–358, 1996.
- LYNN, K. R.; CLEVETTE-RADFORD, N. A. Lectins from latices of Euphorbia and Elaeophorbia species. **Phytochemistry**, Londres, v. 25, n. 3, p. 1553-1557, 1986.
- MCKINLEY, M. J.; JOHNSON, A. K. The physiological regulation of thirst and fluid intake. **News in Physiological Sciences**, New York, v. 19, n. 5, p. 1-6, 2004.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Gaithersburg. v. 85, n. 5, p. 1217–1240, 2002.
- MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. F.; FREITAS, L. S.; RESTLE, J. Ingestive behavior of feedlot finished young bulls fed different concentrate levels in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 39, n. 8, p. 1571-1578, 2010.
- MORAND-FEHR, P.; DOREAU, M. Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à um stress de chaleur. **INRA Production Animal**, Paris, v. 14, n. 7, p. 15-27, 2001.
- NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. T.; OLIVEIRA, S. M. P.; MOURA, A. A. A. N. Effects of environmental stress on physiological parameters of feedlot sheep in the Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 668-678, 2004.
- NICORY, I. M. C.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, O. L.; SANTOS, S. A.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; LOPES, L. S. C.; SOUZA, F. N. C.; FREITAS JUNIOR, J. E. Productive and metabolic parameters in lambs fed diets with castor seed meal. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 181, n. 6, p. 171-178, 2015.
- NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, DC, p. 381.
- NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2007. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, DC. p. 384.
- OLIVEIRA, H. C.; GARCIA, R.; ALMEIDA, V. S. S.; OLIVEIRA, A. C.; PIRES, A. J. V.; NASCIMENTO FILHO, C. S.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R.; OLIVEIRA, U. L. C. Feeding behavior of lambs fed castor meal. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 6, p. 1451-60, 2016 .
- OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, M. R. C.; BRITO, A. F.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; SOUZA, S. M.; MACHADO, O. L. T. In vitro ruminal degradation of ricin and its effect on microbial growth. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 157, n. 6, p. 41-54, 2010.
- OLIVEIRA, F. M.; OLIVEIRA, G. J. C.; OLIVEIRA, M. L. A.; JAEGER, S. M. P. L.; ALMEIDA, L. H. S.; NERY, I. B. Q.; LEITE, L. C. Intake and digestibility of nutrients in sheep fed fodder salt of faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 7, p. 497-507, 2016.

- PALMIERI, A. D.; CARVALHO, G. G. P.; TOSTO, M. S.; LEITE, V. M. L.; SANTOS, S. A.; BORJA, M. S.; AZEVÊDO, J. A. G.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; LEITE, L. C.; RUFINO, L. M. A. Feeding behavior of finishing goats fed diets containing detoxified castor meal, co-product of the biodiesel industry. **Tropical Animal Health and Production**, Amsterdam, v. 49, n. 6, p. 389-395, 2017.
- PAULINO, M. F. 2000. **Suplementação de bovinos em pastejo**. Informe Agropecuário, 21, 96-106.
- POMPEU, R. C. F. F.; CANDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S.; BOMFIM, M. A. D.; CARNEIRO, M. S. S.; ROGÉRIO, M. C. P.; SOMBRA, W. A.; LOPES, M. N. Performance and carcass traits of sheep in feedlot and fed diets containing detoxified castor cake replacing soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 41, n. 8, p. 726-733, 2012.
- QUEIROZ, A. C.; NEVES, J. S.; MIRANDA, L. F.; PEREIRA, E. S.; DUTRA, A. R. Effect of fiber levels and protein sources on the eating behavior of crossbred Holstein-Zebu heifers. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. v. 53, n. 4, p. 84-88, 2001.
- ROCHA, R. R. C.; COSTA, A. P. R.; AZEVEDO, D. M. M. R.; NASCIMENTO, H. T. S.; CARDOSO, F. S.; MURATORI, M. C. S.; LOPES, J. B. Climatic adaptability of Saanen and Azul goats in Brazilian Middle-North. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. v. 61, n. 4, p. 1165-1172, 2009.
- SEVERINO, L. S.; AULD, D. L.; BALDANZI, M.; CANDIDO, M. J. D.; CHEN, G.; CROSBY, W.; TAN, D.; HE, X. H.; LAKSHMAMMA, P.; LAVANYA, C.; MACHADO, O. L. T.; MIELKE, T.; MILANI, M.; MILLER, T. D.; MORRIS, J. B.; MORSE, S. A.; NAVAS, A. A.; SOARES, D. J.; SOFIATTI, V.; WANG, M. L.; ZANOTTO, M. D.; ZIELER, H. A Review on the Challenges for Increased Production of Castor. **Agronomy Journal**, Savoy. v. 104, n. 6, p. 853-880, 2012.
- SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A. S.; CEZAR, M. F.; SOUZA, W. H.; BENÍCIO, T. M. A.; FREITAS, M. M. S. Evaluation of the adaptability of goats exotic and native of the semi-arid of Paraíba. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 516-521, 2006.
- VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional Ecology of the Ruminants**. 2. ed. Cornell University Press, Ithaca. p. 476.
- VIEIRA, M. M. M.; CANDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S.; PEREIRA, E. S.; BESERRA, L. T.; MENESES, A. J. G.; FERNANDES, J. P. B. Ingestive behavior of sheep fed diets containing four levels of castor meal. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 444-451, 2011.
- WEISS, W. 1999. **Energy prediction equations for ruminant**. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufactures, 61., Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University. 176-185.

WORBS, S.; KÖHLER, K.; PAULY, D.; AVONDET, M. A.; SCHAER, M.; DORNER, M. B.; DORNER, B. G. Ricinus communis Intoxications in Human and Veterinary Medicine: A Summary of Real Cases. **Toxicons**, Minneapolis, v. 3, n. 6, p. 1332-1372, 2011.

5 CAPÍTULO IV: VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NO USO DA TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA POR SOLUÇÕES ALCALINAS NA PRODUÇÃO DE MATRIZES DE CABRAS LEITEIRAS

RESUMO

Avaliou-se a influência da total substituição do farelo de soja (FS) pela torta de mamona destoxificada (TMD) por dois produtos alcalinos sobre a viabilidade econômico-financeira na produção de matrizes leiteiras das raças Saanen e Anglo Nubiana, com peso corporal inicial de $16,22 \pm 0,67$ kg confinadas até a formação de matrizes aptas a reprodução (70% do peso vivo corporal). Foram simulados seis sistemas de produção (SP), sendo: SP₁, criação de cabritas Saanen alimentadas com dieta padrão à base de FS; SP₂, criação de cabritas Anglo Nubianas alimentadas com dieta padrão à base de FS; SP₃, criação de cabritas Saanen alimentadas com dieta padrão à base de TMD Ca(OH)₂; SP₄, criação de cabritas Anglo Nubianas alimentadas com dieta padrão à base de TMD Ca(OH)₂; SP₅, criação de cabritas Saanen alimentadas com dieta padrão à base de TMD NaOH; SP₆, criação de cabritas Anglo Nubianas alimentadas com dieta padrão à base de TMD NaOH. A avaliação econômico-financeira dos dados foi realizada de forma descritiva, utilizando-se o software AVETEC[®]. Os maiores custos com alimentação foram observados nos sistemas que utilizaram as dietas a base de FS, cerca de 58,70% para as cabras Saanen e 66,22% para as Anglo Nubianas. A simulação para produção de 144 matrizes leiteiras proporcionou receita superior aos custos de produção, resultando em indicadores econômicos positivos para todos os cenários avaliados. Observou-se que todos os cenários tiveram PN inferior a 144 cabras que é a quantidade de animais que podem ser produzidas anualmente por cada tipo de criação. A receita líquida de todos os sistemas foi maior que zero, o que indica que a atividade é estável, apresentando altas taxas internas de retorno. Da mesma forma, os índices de lucratividade são bem atrativos, principalmente os sistemas que optarem pela cria de cabras da raça Saanen, onde os VPLs são superiores há um milhão de reais. As análises de sensibilidade mostraram que apenas nas situações mais desfavoráveis, tais como a redução de 30% tanto na produção quanto no preço de mercado, os indicadores são economicamente inviáveis. O uso das TMD não compromete a viabilidade econômica dos sistemas, porém quando comparados aos sistemas que utiliza a dieta padrão, apresentam menor rentabilidade.

Palavras-chave: Anglo Nubiana. Custos. Receita. Subprodutos do biodiesel. Saanen.

ABSTRACT

We evaluated the influence of the total substitution of soybean meal (SM) by detoxified castor (DCC) by two alkaline products on the economic and financial viability in the production of dairy breeds arrays of Saanen and Anglo nubian, with initial body weight of 16.22 ± 0.67 kg confined until the formation of dairy goats capable of reproduction (70% of body weight). Six were simulated production systems (PS), being: PS₁, creation of goats kids Saanen feed with standard diet to the base of SM; PS₂, creation of goats kids Anglo nubian feed with standard diet to the base of SM; PS₃, creation of goats kids saanen feed with standard diet based on DCC Ca(OH)₂; PS₄, creation of goats kids Anglo nubian feed with standard diet based on DCC Ca(OH)₂; PS₅, creation of goats kids Saanen feed with standard diet based on DCC NaOH; PS₆, creation of goats kids Anglo nubian feed with standard diet based on DCC NaOH. The economic and financial evaluation of the data was carried out in a descriptive way, using the AVETEC[®] software. The higher costs with feed were observed in systems that have used the diets based on SM, approximately 58.70% for the Saanen goats and 66.22% for the Anglo nubian. The simulation for production of 144 dairy arrays provided revenue above the cost of production, resulting in positive economic indicators for all scenarios evaluated. In relation to the point of leveling (PL) of systems it was observed that all scenarios had PL less than 144 goats that is the number of animals that can be produced annually by each type of creation. The net revenue of all systems was greater than zero, which indicates that the activity is stable, presenting high internal rates of return. In the same way, the indices of profitability are very attractive, especially those systems that opt for the foal of Saanen goats, where the NPVs are higher there are a million reais. Sensitivity analyzes showed that only in the most unfavorable situations, such as a reduction of 30% in both production and market price, the indicators of performance are economically unviable. The use of the DCC does not compromise the economic viability of the systems, but when compared to systems that uses the standard diet, have lower returns.

Keywords: Anglo nubian. Costs. Revenue. Byproducts of biodiesel. Saanen

5.1 INTRODUÇÃO

Na caprinocultura leiteira, para que a fase de lactação seja eficientemente produtiva há a necessidade de cabras bem desenvolvidas. Sendo assim, a fase de recria é de suma importância, pois a formação de matrizes saudáveis, bem nutridas e desenvolvidas fisiologicamente irão refletir, posteriormente, saudáveis gestações e lactações. Vale ressaltar que, dentro de uma propriedade leiteira, as cabritas, durante a fase de recria, representam uma grande fonte de gastos, sobretudo com alimentos, haja vista que ainda não estão em produção (ARAÚJO et al., 2018). Com base nisso, a utilização de subprodutos pode tornar esta fase mais eficiente do ponto de vista econômico, pois os subprodutos podem diminuir os custos de produção.

Desta forma, a crescente e recente participação do biodiesel na matriz energética brasileira vai de encontro a questão levantada no parágrafo anterior, pois torna possível a oportunidade para a produção de ruminantes através da oferta de farelos ou tortas obtidas após a extração do óleo de sementes de oleaginosas, constituindo os principais subprodutos da cadeia produtiva do biodiesel. Sendo assim, existe a possibilidade de integrar as cadeias agro energéticas e agropecuária, gerando emprego e renda, além, é claro, da possível minimização dos problemas ambientais causados por esses resíduos e diminuição dos custos alimentares.

Entre os subprodutos gerados da cadeia de biodiesel destacam-se o farelo e a torta de mamona, já que o cultivo desta oleaginosa cresce a cada ano, principalmente pelas baixas exigências em água e nutrientes no solo. Um dos principais atrativos para o uso do subproduto da mamona na alimentação de ruminantes é o alto valor protéico. No entanto, os subprodutos da mamona apresentam uma limitação nutricional devido à presença de proteínas tóxicas como a ricina e *ricinus aglutinina*, além de alcaloides de ricinina e complexos alergênicos, desencadeando inativação de ribossomos, hemólise, diarreias e crises alérgicas, respectivamente (DANG & VAM DAMME, 2015), porém após o processo de destoxificação a torta de mamona pode ser uma alternativa viável para contornar essa situação e assim utilizá-la na alimentação animal (Anandan et al., 2005).

Desta forma, após o processo de destoxificação, o uso deste subproduto em dieta de cabritas na fase de crescimento pode fazer com o sistema de criação fique mais eficiente economicamente. Os estudos que realizam análise econômica da recria de cabras leiteiras são escassos e, na maioria das vezes, apresentam-se incompletos não compondo o custo total de produção. Esses trabalhos são de suma importância para que se avalie melhor a atividade e para que seja possível reduzir os custos, aumentar a produtividade e estabelecer metas com o objetivo de atingir alta lucratividade com eficiência e sustentabilidade do negócio.

Nesse contexto, os resíduos da indústria de biodiesel, em especial a torta de mamona, surgem como alternativa alimentar para ruminantes no semiárido brasileiro, podendo substituir o farelo de soja, que é um alimento nobre e utilizado na alimentação humana, o que eleva os custos de produção. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência da torta de mamona destoxificada por soluções alcalinas viabilidade econômico-financeira de cabritas Saanen e Anglo Nubiana recriadas em confinamento até a formação de matrizes aptas à reprodução.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

As informações dos parâmetros técnicos para análise financeira desta pesquisa foram obtidas no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°44'57,42" sul e 40°20'43,50" oeste) localizado na cidade de Sobral-CE, Brasil, no período compreendido entre setembro de 2015 a junho de 2016.

A avaliação econômico-financeira dos dados foi realizada de forma descritiva, utilizando-se o software AVETEC® (Avaliação de viabilidade econômica de tecnologia em sistemas de produção agropecuária) desenvolvido pela Embrapa, o qual possibilita a análise do custo de produção e dos indicadores de viabilidade econômica derivados do mesmo (GUIDUCCI et al. 2012). Os investimentos referentes à implantação do sistema de produção foram: aprisco com área total de 144 m², com 50% dessa área, coberta e, os outros 50%, constituindo solário, conforme descrito a Tabela 1. Além disso, fizeram parte do investimento a aquisição de equipamentos para produção de matrizes, tal como forrageira e balança e uma betoneira para destoxificação da torta de mamona.

Tabela 1 - Custos com materiais e mão-de-obra para construção de um galpão de alvenaria com 144 metros quadrados cobertos e capacidade para 72 cabras.

Itens	Quantidade	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Madeira	240	Metro linear	7,00	1.680,00
Telhado	144	Metro quadrado	60,00	8.640,00
Cocho	18	Metro linear	17,00	306,00
Bebedouro	8	Balde	6,00	48,00
Mão-de-obra	6	Diária	100,00	600,00
Balança	1	Peça	200,00	200,00
Arame	250	Metro linear	2,00	500,00
Preço total				11.974,00

A análise econômica foi baseada no cálculo do custo de produção, o qual é representado pela soma de todos os recursos (insumos) e operações (serviços) utilizados no processo

produtivo. O custo variável foi composto pelos itens alimentação, sanidade, mão-de-obra, manutenção dos equipamentos, depreciação, custos de oportunidade, e outros custos (alimentação do manejador, caderno zootécnico e energia elétrica) (GUIDUCCI et al., 2012). Esses gastos foram levantados com base em cotações dos preços dos produtos em Sobral-CE, em junho de 2018. Os custos com alimentação foram compostos pelos preços e quantidades fornecidas dos ingredientes das dietas, com base na matéria seca. Como custo com mão-de-obra, considerou-se a manutenção de um funcionário em regime temporário para manejar um lote confinado de 72 animais/ciclo. A remuneração teve como base o salário mínimo vigente em janeiro de 2018 (R\$ 954,00).

O preço de compra das cabritas foi de R\$ 500,00 para as Saanen e R\$ 450,00 para as Anglo Nubianas, considerado como investimento e não como custo de produção, e o preço de venda foi de R\$ 2.000,00 para as matrizes Saanen e R\$ 1.850,00 as Anglo Nubianas. Assim, a receita total foi formada a partir da comercialização da produção de matrizes aptas à reprodução, considerando-se para a venda das matrizes o peso corporal de 70% do peso vivo adulto.

Os indicadores de eficiência econômica foram: receita total (RT), custo total (CT), renda líquida (RL), renda da família (RF), ponto de nivelamento (PN) e produtividade total dos fatores (PTF), calculados conforme Guiducci et al. (2012). Os indicadores financeiros considerados foram: valor presente líquido (VPL), valor presente líquido anualizado (VPLa), prazo de retorno de investimento (Payback), taxa interna de retorno (TIR), taxa interna de retorno modificada (TIRm), índice de lucratividade (IL) e taxa de rentabilidade (TR), calculados conforme Guiducci et al. (2012). Para tanto, simulou-se fluxos de caixa para o período de dez anos.

Para a realização da análise de sensibilidade, os itens que compõem os fluxos de caixa de cada sistema foram estudados individualmente. Neste trabalho, para realização da análise de sensibilidade, adotou-se a taxa de desconto de 6% ao ano considerando uma variação de 30%, tanto no sentido favorável quanto no desfavorável para os resultados de cada sistema, ou seja, nos preços de cada item que compõem o fluxo de caixa. A partir daí, foi possível observar qual item teve maior efeito sobre o indicador de resultado econômico.

Os resultados dos parâmetros zootécnicos obtidos foram extrapolados para um sistema de criação com 72 cabras confinadas durante diferentes períodos de acordo com o tempo necessário para atingirem o peso de cobertura, totalizando dois ciclos de produção e 144 matrizes produzidas por ano. Esta extrapolação foi realizada para que a análise econômico/financeira pudesse ser realizada em base científica e em economia de escala.

Os dados zootécnicos utilizados na análise econômica foram oriundos de uma pesquisa em que foram utilizadas 24 cabritas com peso corporal médio de $16,22 \pm 0,67$ kg, sendo 12 Saanen e 12 Anglo Nubiana (Tabela 2). Os animais foram distribuídos em seis tratamentos que consistiram de três dietas, a primeira foi formulada com milho e farelo de soja (FS) e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$) e outra composta por torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio (TMD NaOH), ambas em total substituição ao farelo de soja. Como volumoso foi utilizado o feno de capim-Tifton 85.

Tabela 2 - Valores médios dos parâmetros zootécnicos de cabritas alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante a fase de crescimento.

Raça	Dietas			Média
	Farelo de soja	TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$	TMD NaOH	
Ganho médio diário (g/dia)				
Saanen	109,08	115,13	98,43	107,54
Anglo Nubiana	110,20	99,43	100,56	103,40
Média	109,64	107,28	99,49	
Consumo de MS (g/dia)				
Saanen	1.039,33	904,20	867,36	936,96
Anglo Nubiana	1.004,65	914,61	816,69	911,98
Média	1.021,99	909,40	842,02	
Conversão alimentar (kg/kg CMS)				
Saanen	9,34	8,58	8,65	8,86
Anglo Nubiana	9,37	8,54	8,52	8,81
Média	9,36	8,56	8,59	

As cabras foram submetidas a um regime de confinamento em baias individuais, suspensas e com piso ripado de $5,06 \text{ m}^2$, sendo $2,87 \text{ m}^2$ de área composta por solário, providas de bebedouros, comedouros e saleiros. Em condições pré-experimentais, as cabras foram identificadas, tratadas contra ecto e endoparasitos, e receberam vacina contra raiva.

Nas amostras de alimentos foram determinados os teores de MS (método nº 934.01), matéria orgânica (método nº 942.05), proteína bruta (método nº 954.01), extrato etéreo (método nº 920.39) de acordo com a AOAC (2003). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinza residuais (MERTENS, 2002). A estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foi feita conforme Licitra et al. (1996). As ligninas foram obtidas com o resíduo do FDA tratado com ácido

sulfúrico a 72% (Van Soest et al., 1991). O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado com adaptação ao proposto por Hall (2003), utilizando o FDNcp. O teor de carboidratos totais (CT) foi obtido pela equação proposta por Sniffen et al. (1992). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo Weiss (1999). Os valores de NDT foram convertidos em energia líquida (EL) e energia digestível (ED), utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001).

As dietas experimentais foram formuladas com base nas recomendações do NRC (2007), sendo isoproteicas e isoenergéticas com relação volumoso:concentrado de 43:57, 40:60 e 36:64 para a dieta FS, dieta TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH, respectivamente. A composição química dos ingredientes encontra-se na Tabela 3 e a proporção dos ingredientes e sua composição química com base na relação volumoso:concentrado encontram-se na Tabela 4.

Tabela 3 - Composição química dos ingredientes das dietas.

Item (g/kg de matéria seca)	Ingredientes				
	Feno	Milho	FS ^a	TMD ^b	TMD ^c
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	872,50	889,20	870,20	904,20	904,80
Matéria orgânica	911,30	965,90	956,90	867,70	855,60
Matéria mineral	88,70	34,10	43,10	132,30	144,40
Proteína bruta	104,10	79,50	443,30	315,40	309,00
Proteína insolúvel em detergente neutro	27,00	30,20	131,70	100,30	102,70
Proteína insolúvel em detergente ácido	12,30	20,90	40,00	48,80	49,30
Extrato etéreo	14,50	36,80	28,80	52,10	47,50
Carboidratos totais	792,80	845,70	484,70	500,10	492,60
Carboidratos não fibrosos	277,80	722,40	320,80	103,90	132,40
Fibra em detergente neutro	722,70	184,60	217,80	483,40	443,50
FDN corrigido para cinzas e proteína	514,90	123,20	163,80	396,10	360,10
Fibra em detergente ácido	472,20	69,00	117,90	379,20	388,70
Lignina	60,60	8,80	12,20	50,70	46,10
Nutrientes digestíveis totais	546,80	848,00	822,50	620,50	627,90
Energia digestível ^d (Mcal/kg)	100,70	155,90	151,30	114,10	112,00
Energia metabolizável (Mcal/kg)	82,80	139,20	134,20	96,60	94,10
Energia líquida (Mcal/kg)	50,60	81,50	79,00	58,50	56,80

^a Farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

^d Estimado segundo NRC (2001).

Tabela 4 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas.

Ingrediente (g/kg MS)	Dietas		
	Dieta padrão (FS)	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
	Proporção dos ingredientes		
Feno de Capim-tifton 85	427,30	394,90	363,20
Milho moído	460,80	481,90	504,60
Farelo de soja	57,80	-----	-----
Torta de mamona destoxificada	-----	83,30	82,90
Óleo de soja	45,00	39,90	39,20
Calcário	9,10	0,01	10,10
Premix mineral ^a	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>
Item (g/kg de matéria seca)	Composição química		
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	887,70	896,10	891,80
Matéria orgânica	942,30	897,80	938,10
Matéria mineral	57,70	102,20	61,90
Proteína bruta	112,00	112,90	112,30
Proteína insolúvel em detergente neutro (g/kg PB)	116,70	116,90	110,50
Proteína insolúvel em detergente ácido (g/kg PB)	33,00	34,90	35,50
Extrato etéreo	62,00	63,40	65,40
Carboidratos totais	761,40	721,20	751,80
Carboidratos não fibrosos	471,80	468,60	476,80
Fibra em detergente neutro	408,80	409,00	392,30
FDN corrigido para cinza e proteína	287,90	297,60	279,20
Fibra em detergente ácido	349,50	332,00	305,40
Hemiceluloses	166,00	163,60	152,60
Celulose	211,80	221,10	209,30
Ligninas	30,80	32,60	30,30
Nutrientes digestíveis totais	664,90	658,50	663,60
Energia digestível (Mcal/kg)	2,93	2,90	2,92
Energia metabolizável (Mcal/kg)	2,51	2,48	2,50
Energia líquida (Mcal/kg)	1,50	1,49	1,50

^a Composição (nutrientes/kg de suplemento): Cálcio = 218 g; Fósforo = 71 g; Enxofre = 20 g; Magnésio = 20 mg; Potássio = 28,20 mg; Cobalto = 30 mg; Selênio = 15,30 mg; Zinco = 1700 mg; Flúor = 710 mg.

A torta de mamona utilizada foi obtida por prensagem mecânica, utilizando temperaturas entre 90 e 100 °C, da semente de mamona, para obtenção do óleo de rícino. Para a destoxificação da torta de mamona bruta foram utilizados dois produtos alcalinos, hidróxido de cálcio Ca(OH)₂ e hidróxido de sódio (NaOH) nas proporções de 60 e 90g/kg de torta. Para a diluição e eficácia dos reagentes, foi utilizado 2000 ml de água/kg de torta de mamona bruta. A torta foi destoxificada através da adaptação de um misturador semiautomático para homogeneização da solução destoxicante. Para a mistura da solução foi utilizada uma betoneira estacionária (Fischer[®] MOB 400 G2) equipada com motor trifásico. Após três horas de mistura (dez minutos misturando e trinta minutos em repouso, alternadamente), a torta foi colocada sobre uma lona

plástica, ao ar livre, por um período de 48 horas, sendo constantemente revolvida para uma secagem de forma homogênea. Depois de seca, a torta foi triturada em máquina forrageira, para permitir a redução no tamanho do material e facilitar a sua homogeneização com os demais ingredientes. Todos os custos necessários para destoxificar ambas as tortas de mamona estão representadas na tabela 5.

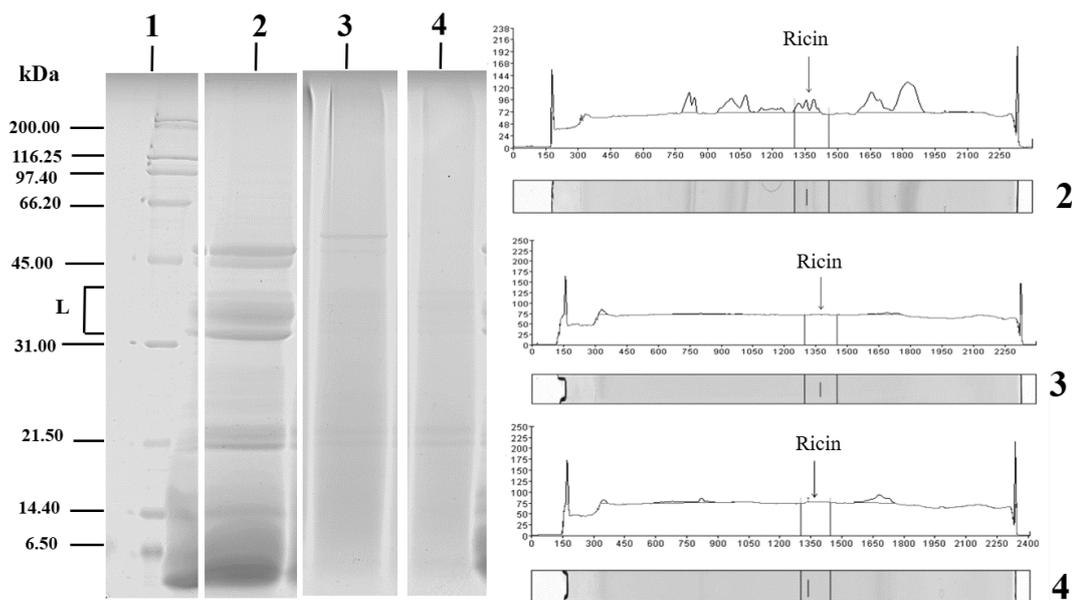
Tabela 5 - Custos com materiais e ingredientes utilizados para destoxificar torta de mamona bruta com diferentes soluções alcalinas.

Ingredientes	Quantidade	Unidade	Custo unitário	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
Torta mamona	1.000	quilograma	1,00	1.000,00	1.000,00
Água ¹	2,00	metro cúbico	3,55	7,10	7,10
Ca(OH) ₂	90	quilograma	0,10	9,00	-----
NaOH	60	quilograma	1,50	-----	90,00
Energia elétrica ²	37,40	quilowatt-hora	0,47	17,57	17,57
Custo tonelada	-----	-----	-----	1.033,67	1.114,67

¹ Água potável segundo o preço repassado aos consumidores. Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece). ² Considerando capacidade de 50 kg por batida na betoneira (20 batidas/tonelada), com cada batida tendo a duração de 75 minutos. Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)

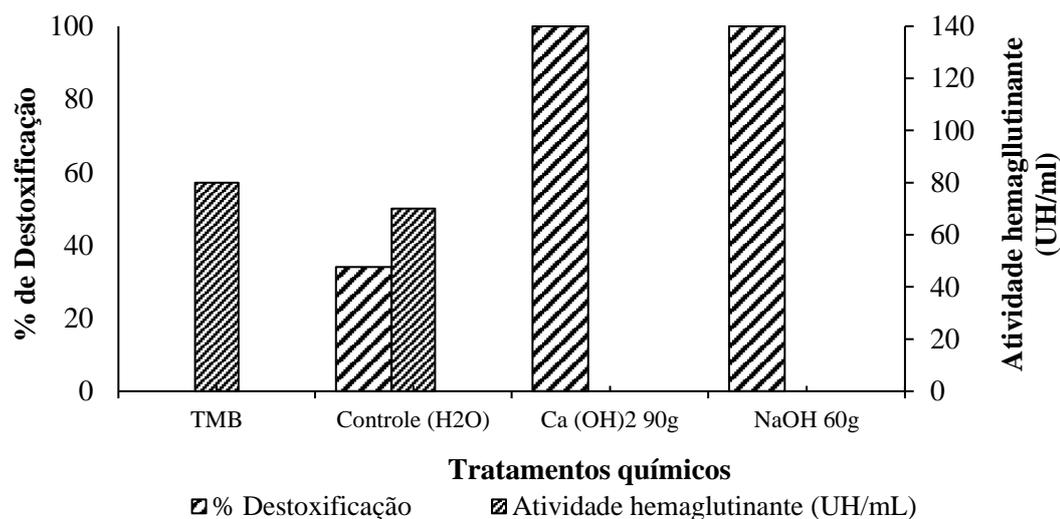
Para confirmação da destoxificação foram feitos bioensaios de hemaglutinação e análises por eletroforese em SDS-PAGE através da confirmação do desaparecimento das bandas de ricina, para garantir que a torta estivesse destoxificada (Figura 1).

Figura 1 - Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).



Os bioensaios foram realizados com soluções contendo hemácias de coelho para avaliar a presença ou não da *ricinus aglutinina*. Dos tratamentos testados, observou-se que as concentrações de 90 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e 60 g de NaOH destoxificaram 100% da ricina presente nas tortas de mamonas, confirmadas através de densitometria, utilizando o software ImageJ (National Institutes of Health, USA), ratificada pela avaliação da atividade hemaglutinante, a qual foi negativa (Figura 2). Portanto, foram utilizadas essas duas concentrações para destoxificar a torta bruta, visando a formulação das dietas.

Figura 2 - Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.



5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que nos cenários avaliados nesta pesquisa, a alimentação, mão-de-obra e os custos de oportunidades foram os itens que mais contribuíram para os custos de produção (Tabela 6). Os maiores custos com alimentação foram observados nos sistemas que utilizaram as dietas a base de FS, cerca de 58,70% para as cabras Saanen e 66,22% para as Anglo Nubianas. Em valores monetários, as Saanen necessitaram de maior capital com alimentação (R\$ 37.191,04 /ano), o que corresponde a R\$ 516,54 por cabra/ano. Porém, como o sistema de criação das cabras Anglo Nubianas que utilizou essa dieta apresentou menor custo de oportunidade (R\$ 4.122,70), os custos com alimentação, em termos percentuais, foram maiores que as Saanen que consumiram essa dieta. Os custos anuais para produzir matrizes leiteiras verificados nesta pesquisa corroboram com vários autores (DAL MONTE et al., 2010; Barros et al., 2015, PAIM et al., 2011; PINTO et al., 2014; STIVARI et al., 2014) os quais observaram que, dentre os itens que compõem os custos de produção de ruminantes, de uma forma geral, as despesas com alimentação é o item de maior impacto sobre o custo total de produção. É interessante observar que os sistemas que utilizaram a dieta a base de FS, independente da raça utilizada, foram os que necessitaram maiores custos. Desta forma, o uso da TMD, apesar de proporcionar menor desempenho aos animais (Tabela 2) proporcionaram menores custos com a alimentação.

Tabela 6 - Custos anuais para a produção de 144 matrizes leiteiras alimentadas com dieta padrão formulada a base de farelo de soja e dietas com torta de mamona destoxificada com diferentes soluções alcalinas (valor em espécie e porcentagem para cada componente).

Itens	Saanen			Anglo Nubiana		
	Farelo de soja	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH	Farelo de soja	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
Alimentação	37.191,04 (58,70%)	29.201,99 (52,53%)	29.543,52 (52,78%)	36.404,13 (66,22%)	34.730,88 (56,73%)	32.579,22 (55,24%)
Sanidade	504,00 (0,80%)	504,00 (0,91%)	504,00 (0,90%)	504,00 (0,92%)	504,00 (0,82%)	504,00 (0,85%)
Mão-de-obra	11.448,00 (18,07%)	11.448,00 (20,59%)	11.448,00 (20,45%)	11.448,00 (20,82%)	11.448,00 (18,70%)	11.448,00 (19,41%)
Outros Custos ¹	106,00 (0,17%)	106,00 (0,19%)	106,00 (0,19%)	106,00 (0,19%)	106,00 (0,17%)	106,00 (0,18%)
Manutenção	582,15 (0,92%)	582,15 (1,05%)	582,15 (1,04%)	582,15 (1,06%)	582,15 (0,95%)	582,15 (0,99%)
Depreciação	1.806,35 (2,85%)	1.806,35 (3,25%)	1.806,35 (3,23%)	1.806,35 (3,29%)	1.806,35 (2,95%)	1.806,35 (3,06%)
Custos de oportunidade	11.720,31 (18,50%)	11.942,21 (21,48%)	11.988,80 (21,42%)	4.122,70 (7,50%)	12.045,41 (19,67%)	11.952,64 (20,27%)

¹ Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural e Incra

As cabras Saanen alimentadas com ambas as tortas de mamona apresentaram os menores custos com alimentação, 52,53 e 52,78% para as que consumiram a TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH, respectivamente. Desta forma, pode concluir que os custos diários com a alimentação de cada cabra Saanen que consumiram estas dietas foram R\$ 0,62 e 0,53, respectivamente.

O segundo fator que mais contribuiu com as despesas dos sistemas foram os custos de oportunidade, onde em termos percentuais, o sistema de criação com animais da raça Anglo Nubiana alimentadas com TMD Ca(OH)₂ apresentou maior custo de oportunidade (21,48%). Já as cabras Anglo Nubianas alimentadas com FS apresentaram o menor custo de oportunidade (7,50%). Deve-se ressaltar que o custo de oportunidade não deve ser compreendido como um desembolso efetivo do produtor de matrizes leiteiras e sim como renda implícita. Dessa forma, todos os fatores de produção (terra, trabalho e capital) estão sendo remunerados e computados para uma melhor análise econômica de cada sistema de produção. Quando são incluídos todos esses componentes, mesmo que o lucro fosse zero, não haveria razões para que o produtor abandone a atividade, porque ele está recebendo pelo uso de seus próprios fatores de produção (STIVARI et al., 2014). Sendo assim, verifica-se nesta pesquisa, em todos os sistemas avaliados, que o lucro é positivo, tornando então, a produção de matrizes Saanen e/ou Anglo Nubianas viável, pois o produtor está recebendo por todos os fatores de produção.

De uma forma geral, os custos com sanidade animal ficaram abaixo de 1% de todo capital necessário para formação de matrizes leiteiras. De forma parecida, a manutenção das instalações e benfeitorias foi um fator que menos onerou os custos de todos os sistemas,

variando de 0,95 a 1,06%. Por fim, os custos com a terra foram os que menos necessitaram de capital. Em relação a mão de obra, pode-se observar que, apesar da remuneração ser igual para todos os sistemas, o percentual destinado a este fator foi maior no sistema em que se utilizou a TMD Ca(OH)_2 para produzir matrizes Saanen (20,59%). Em contrapartida, a produção de cabras Anglo Nubianas com este mesmo tipo de alimentação necessitou menor percentual de mão-de-obra (18,70%).

Como descrito anteriormente, o sistema de produção de matrizes Saanen alimentadas com FS tiveram o segundo maior custo com alimentação. De forma mais detalhada, pode-se observar que o custo médio do quilo da dieta foi de R\$ 1,28 (Tabela 7). Dos componentes da ração, o feno de capim-tifton e o milho foram os que tiveram maior participação no preço da dieta necessária para formar 144 matrizes no intervalo de um ano, 37,91 e 38,01%, respectivamente. Em relação a produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com FS, pode-se observar que a quantidade de ração necessária para formar 144 matrizes é de 28.422,72 kg/ano (Tabela 8), sendo que, assim como as cabras Saanen, o custo com feno e milho são os que tem maior participação no preço da ração anual, com uma discreta diminuição no percentual quando comparada as Saanen que consumiram esta mesma dieta, com exceção do calcário que teve um ligeiro aumento na participação.

Tabela 7 - Custo médio da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 144 cabras alimentadas com dieta padrão formulada a base de farelo de soja.

Ingredientes	Quantidade anual (kg)	Custo por quilo	Custo anual	Custo por cabeça	(%)
Saanen					
Feno	12.367,78	1,14	14.099,26	97,91	37,91
Milho	13.337,39	1,06	14.137,63	98,18	38,01
FS	1.672,96	2,12	3.546,67	24,63	9,54
Óleo	1.302,48	4,00	5.209,92	36,18	14,01
Calcário	263,39	0,75	197,54	1,37	0,53
Total	28.944,00	1,28	37.191,04	258,27	100
Anglo Nubiana					
Feno	12.054,24	1,14	13.741,83	95,43	37,75
Milho	12.998,88	1,06	13.778,81	95,69	37,85
FS	1.630,08	2,12	3.455,76	24,00	9,49
Óleo	1.268,64	4,00	5.074,56	35,24	13,94
Calcário	470,88	0,75	353,16	2,45	0,97
Total	28.422,72	1,28	36.404,14	252,81	100

O custo da dieta contendo TMD Ca(OH)_2 foi de R\$ 1,23 o quilo (Tabela 8), ou seja, 5 centavos mais barata que a dieta padrão à base de FS. Observou-se que dentro de um intervalo

de um ano, a formação de dois lotes de cabras necessita de 23.715,36 kg de ração, sendo que o ingrediente que tem maior custo anual é o milho (R\$ 12.119,61/ano). Pode-se observar também que, assim como a dieta padrão, o óleo de soja tem uma maior participação nos custos (12,96%) quando comparado ao ingrediente proteico (9,00%).

Tabela 8 - Custo médio da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 144 cabras alimentadas com dieta padrão formulada a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

Ingredientes	Quantidade anual (kg)	Custo por quilo	Custo anual	Custo por cabeça	(%)
Saanen					
Feno	9.360,00	1,14	10.670,40	74,10	36,54
Milho	11.433,60	1,06	12.119,61	84,16	41,50
TMD Ca(OH) ₂	1.975,68	1,13	2.627,65	18,25	9,00
Óleo de Soja	946,08	4,00	3.784,32	26,28	12,96
Total	23.715,36	1,23	29.201,99	202,79	100
Anglo Nubiana					
Feno	11.139,84	1,14	12.699,41	88,19	36,57
Milho	13.593,60	1,06	14.409,21	100,06	41,49
TMD Ca(OH) ₂	2.348,64	1,13	3.123,69	21,69	8,99
Óleo de Soja	1.124,64	4,00	4.498,56	31,24	12,95
Total	28.206,72	1,23	34.730,88	241,19	100

O sistema de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH apresentou menor participação de volumoso nos custos percentuais anuais (33,86%), porém em valores absolutos os custos com volumoso foram menores no sistema com cabras Anglo Nubianas alimentadas com esta dieta (Tabela 9). O quilo da dieta formulada com TMD NaOH apresentou menor custo (R\$ 1,22).

Tabela 9 - Custo médio da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 144 cabras alimentadas com dieta padrão formulada a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Ingredientes	Quantidade anual (kg)	Custo por quilo	Custo anual	Custo por cabeça	(%)
Saanen					
Feno	9.144,00	1,14	10.424,16	72,39	35,28
Milho	11.433,60	1,06	12.119,61	84,16	41,02
TMD NaOH	2.098,08	1,22	2.979,27	20,69	10,08
Óleo de Soja	1.005,12	4,00	4.020,48	27,92	13,61
Total	23.680,80	1,22	29.543,52	205,16	100
Anglo Nubiana					
Feno	9.675,36	1,14	11.029,91	76,60	33,86
Milho	13.392,00	1,06	14.195,52	98,58	43,57
TMD NaOH	2.217,60	1,22	3.148,99	21,87	9,67
Óleo de Soja	1.051,20	4,00	4.204,80	29,20	12,91
Total	26.336,16	1,22	32.579,22	226,24	100

A simulação para produção de 144 matrizes leiteiras proporcionou receita superior aos custos de produção, resultando em indicadores econômicos positivos para todos os cenários avaliados (Tabela 10). As receitas geradas pelos sistemas que utilizam a raça Saanen são maiores, haja vista que o preço do produto gerado é mais valorizado no mercado caprino, ou seja, as matrizes Saanen apresentam maior preço de mercado R\$ 2.000,00 a matriz apta à estação de monta. Por outro lado, as matrizes Anglo Nubianas, por apresentarem menor valor de mercado (R\$ 1.850,00) geraram menores receitas. Além disso, os custos para produzi-las foram bem parecidos com as Saanen, sendo que as alimentadas com TMD Ca(OH)₂ tiveram, inclusive, maiores custos que as Saanen alimentadas com a mesma dieta. Tais aumentos proporcionou a esse sistema a menor receita (R\$ 121.675,99).

Tabela 10 - Indicadores econômicos da produção matrizes de pura origem (PO) na cidade de Sobral alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Dieta	RT ¹ (R\$)	CT ² (R\$)	RF ³ (R\$)	PN ⁴	TRe ⁵ (%)	PTF ⁶
Saanen						
Farelo de soja	288.000,00	124.572,05	163.427,95	62,29	131,19	2,31
TMD Ca(OH) ₂	288.000,00	128.504,77	159.495,23	64,25	124,12	2,24
TMD NaOH	288.000,00	129.323,90	158.676,10	64,66	122,7	2,23
Anglo Nubiana						
Farelo de soja	266.400,00	124.205,73	142.194,27	67,14	114,48	2,14
TMD Ca(OH) ₂	266.400,00	130.324,01	121.675,99	74,47	93,36	1,93
TMD NaOH	266.400,00	128.685,18	137.714,82	69,56	107,02	2,07

¹RT: Receita total; ²CT: Custos totais; ³RF: Renda da família; ⁴PN: Ponto de nivelamento; ⁵TRe: Taxa de retorno do empreendedor; ⁶PTF: Produtividade total dos fatores.

Em relação ao ponto de nivelamento (PN) dos sistemas pode-se observar que todos os

cenários tiveram PN inferior a 144 cabras que é a quantidade de animais que podem ser produzidas anualmente por cada tipo de criação. O sistema de criação de cabras Saanen alimentadas com FS apresentou menor PN (62,29). Em contraste, quando se utiliza a dieta a base de TMD Ca(OH)_2 para produzir matrizes Anglo Nubianas necessitam de maior quantidade de animais para que os valores de venda sejam superiores aos custos totais (74,47 cabras). Esses dados são bem interessantes, haja vista essa quantidade de animais se enquadram como pequenos produtores.

O preço de venda das matrizes produzidas foi o item que mais influenciou nos resultados da análise econômica dos três sistemas avaliados. A aquisição das cabritas leiteiras pode ser considerada, independente da raça ou dieta utilizada na alimentação, um investimento altamente viável. Por outro lado, por essa atividade apresentar elevado impacto econômico na rentabilidade dos sistemas, pode-se considerar que a produção de matrizes apesar de ser é uma atividade que depende do comportamento da economia local, as variações desfavoráveis nos preços de comercialização das matrizes pagos aos pecuaristas podem provocar perdas significativas na atividade, haja vista que esse tipo de mercado ainda não é bem consolidado, tal como na bovinocultura. Mesmo assim, a RL de todos os sistemas foi maior que zero, isso indica que a atividade é estável e tem possibilidade de expansão (GUIDUCCI et al., 2012). Porém, mesmo que a renda líquida fosse igual a zero, em condições de concorrência, indicaria o equilíbrio em longo prazo, no qual o produtor de matrizes leiteiras seria capaz de pagar todos os dispêndios, ou seja, remunerar todos os fatores de produção. Da mesma forma que a RL, a renda da família, que nestes cenários são os mesmos valores, é indicador e importante, pois ajuda a explicar, em grande parte, a resistência de produtores familiares, que permanecem na atividade produtiva mesmo quando auferem renda líquida menor que zero. Isso muitas vezes ocorre, e se justifica, mediante a obtenção de uma renda da família positiva. Outro indicador interessante foi Produtividade total dos fatores (PTF). Basicamente, todos os sistemas apresentaram PTF maior que 2, com exceção do sistema de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com TMD Ca(OH)_2 , isso indica que para cada R\$ 1,00 investido na atividade, retorna mais de R\$ 2,00 ao produtor em renda bruta.

Observou-se que a análise econômico-financeira das dietas avaliadas se mostraram viáveis ao longo de 10 anos com a taxa de juros de 6% ao ano (Tabela 11). Tanto o VPL quanto o VPLa apresentaram valores bem atrativos para uma pequena criação de caprinos. Em relação as dietas avaliadas, os sistemas que utilizaram a dieta a base de FS apresentaram maiores VPLs (R\$ 1.200.251,00 e 987.398,04 para as cabras Saanen e Anglo Nubianas, respectivamente). É interessante observar que, de uma forma geral, os sistemas de criação com cabras Anglo

Nubianas, embora tenham apresentado VPLs positivos, demonstraram valores relativamente inferiores (R\$ 943.463,69) aos sistemas de criação de cabras da raça Saanen (R\$ 1.188.199,23). Em relação ao payback, pode observar que todas as dietas apresentaram baixo tempo de retorno do investimento aplicado, com valores inferiores a um ano. O payback descontado nada mais é que o período de tempo necessário para a recuperação de um investimento. Em outras palavras, é o tempo necessário para que os fluxos de caixa negativos (investimentos) sejam anulados pelos fluxos de caixa positivos (lucros). Portanto, em todos os sistemas avaliados, logo no primeiro ano a venda de matrizes faz com que haja retorno do investimento aplicado.

Tabela 11 - Análise financeira da produção de matrizes de caprinas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Dieta	VPL ¹	PBd ²	TIR ³	TIRm ⁴	IL ⁵	TR ⁶
Farelo de soja	1.208.251,00	0,56	189,09	38,41	14,40	1.340,37
TMD Ca(OH) ₂	1.181.031,04	0,57	184,99	38,11	14,10	1.310,17
TMD NaOH	1.175.315,64	0,58	184,13	38,05	14,04	1.303,83
Anglo Nubiana						
Farelo de soja	987.398,04	0,68	155,80	35,85	11,95	1.095,37
TMD Ca(OH) ₂	904.998,04	0,71	149,10	35,27	11,46	1.045,72
TMD NaOH	937.994,99	0,98	120,21	22,17	9,84	1.083,85

¹VPL: Valor presente líquido; ²PBd: Payback descontado; ³TIR: Taxa interna de retorno; ⁴TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁵IL: Índice de lucratividade; ⁶TR: Taxa de rentabilidade.

A comercialização das matrizes leiteiras pode ser apontada como um dos principais gargalos nestes sistemas avaliados. Apesar deste mercado encontrar-se em formação, a tendência é favorável, pois a criação de caprinos leiteiros tem apresentado tendência de crescimento, principalmente na região nordeste brasileira (LÔBO et al., 2017).

É importante ainda ressaltar que as informações utilizadas nas avaliações foram projeções para o futuro dos valores das variáveis que formam o fluxo de caixa e, portanto, são estimativas sujeitas a erros, tais como, por exemplo, mortalidade de cabritas, algo que faz com que a caprinocultura leiteira tenha baixos índices zootécnicos (LÔBO et al., 2017). Outra limitação refere-se à determinação do risco, uma vez que, além do risco econômico, há o risco inerente às condições climáticas, pois mesmo se tratando de animais confinados, a dependência na aquisição dos alimentos que compõem as dietas dessas cabras pode mudar de forma significativa, o que pode comprometer a produção das matrizes, haja vista que o custo com alimentação tem

grande significância nos custos de produção (Tabela 6).

A análise de sensibilidade do sistema de produção de matrizes Saanen alimentadas com FS mostraram que, apesar das mais variáveis situações de mudanças no preço das matrizes produzidas ou da quantidade produzida, os indicadores de performance econômico ainda foram economicamente viáveis (Tabela 12). Na simulação do sistema mais desfavorável, por exemplo, o VPL foi de R\$ 127.201,41 com o payback de 4,48 anos, taxa interna de retorno positiva de 25,78%, índice de lucratividade de 2,41 e taxa de rentabilidade de 141,11%, situação essa muito atraente. De forma contrária a essa situação, em um ambiente com valorização de 30% das matrizes e aumento de 30% na produtividade, os índices de desempenho são altamente atrativos, com destaque ao payback de 0,26 anos e IL de 30,63%.

Tabela 12 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de farelo de soja.

Variações		Indicadores de performance econômico					
Preço	Quantidade	VPL ¹	Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	2.670.847,50	0,26	409,54	49,25	30,63	2.962,90
20%	20%	2.140.921,23	0,32	329,67	46,1	24,75	2.375,03
10%	10%	1.653.389,06	0,41	256,19	42,55	19,34	1.834,18
-10%	-10%	805.507,04	0,83	128,39	33,36	9,94	893,59
-20%	-20%	445.157,17	1,46	74,04	26,67	5,94	493,83
-30%	-30%	127.201,41	4,48	25,78	15,75	2,41	141,11

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

A produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com FS mostrou uma variação ainda maior que as Saanen alimentadas com esta dieta. Observou-se que na simulação de um cenário mais pessimista, ou seja, com a redução de 30% tanta da produção quanto do preço do produto, alguns dos indicadores de performance foram negativos (Tabela 13). Entre esses indicadores, destacam-se o VPL (R\$ -12.572,82) e a taxa de rentabilidade (-13,95%). Além disso, o payback apresentou um valor muito elevado (9,30 anos). A TIR também merece destaque, onde o valor observado para esta situação foi de 4,01%, valor inferior à taxa de atratividade que é de 6%.

Tabela 13 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de farelo de soja.

Variações		Indicadores de performance econômico					
Preço	Quantidade	VPL ¹	Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	2.340.299,81	0,29	359,72	47,36	26,96	2.596,21
20%	20%	1.850.118,01	0,37	285,84	44,08	21,52	2.052,43
10%	10%	1.399.150,75	0,49	217,87	40,32	16,52	1.552,15
-10%	-10%	614.859,88	1,07	99,64	30,21	7,82	682,09
-20%	-20%	281.536,26	2,23	49,3	22,13	4,12	312,32
-30%	-30%	-12.572,82	9,30	4,42	4,01	0,86	-13,95

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

Em relação à análise de sensibilidade do sistema de produção de matrizes Saanen alimentadas com TMD Ca(OH)₂ pode-se observar que, de uma forma geral, o uso desse alimento alternativo, mostra-se ser uma alternativa viável na substituição do FS na produção de matrizes Saanen (Tabela 14), haja que no sistema mais desfavorecido pelo preço e quantidade produzida, os indicadores de viabilidade econômica estiveram positivos. Neste caso, o VPL (R\$ 99.981,40), payback (5,46 anos) e a alta TR (110,91%) apontam que esse sistema consegue se manter de forma viável em uma situação totalmente adversa.

Tabela 14 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

Variações		Indicadores de performance econômico					
Preço	Quantidade	VPL ¹	Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	2.643.627,54	0,26	405,44	49,1	30,33	2.932,70
20%	20%	2.113.701,27	0,33	325,57	45,93	24,45	2.344,83
10%	10%	1.626.169,11	0,42	252,08	42,32	19,04	1.803,99
-10%	-10%	778.287,08	0,85	124,28	32,95	9,63	863,39
-20%	-20%	417.937,22	1,55	69,93	26,01	5,64	463,64
-30%	-30%	99.981,46	5,46	21,59	14,21	2,11	110,91

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

Assim como a análise de sensibilidade do sistema de produção de matrizes Saanen alimentadas com TMD Ca(OH)₂ mostrou ser viável, o uso desta dieta para cabras Anglo Nubianas também apresentou respostas viáveis (Tabela 15). Porém, no cenário mais pessimista, o uso deste alimento mostrou-se ser economicamente inviável, haja vista que o VPL negativo (R\$ -40.920,35) aliado à baixa TIR modificada (-0,57%) e TR (-47,28) indicam que, ao contrário das cabras Saanen alimentadas com esta dieta, não consegue manter-se por

muito tempo na atividade.

Tabela 15 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

Variações		Indicadores de performance econômico					
Preço	Quantidade	VPL ¹	Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	2.184.769,98	0,30	350,02	46,96	26,24	2.524,49
20%	20%	1.721.084,49	0,38	277,22	43,65	20,89	1.988,70
10%	10%	1.294.493,85	0,50	210,25	39,83	15,96	1.495,78
-10%	-10%	552.597,07	1,14	93,76	29,46	7,39	638,52
-20%	-20%	237.290,95	2,51	44,12	20,95	3,74	274,19
-30%	-30%	-40.920,35	0	1,23	-0,57	0,53	-47,28

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

Em relação ao payback, o tempo de retorno do investimento é bem maior que dez anos, por isso o valor foi zero. A TIR menor que 6% que é a taxa de atratividade indica que quando o preço das matrizes for de R\$ 1.295,00 e o produtor conseguir produzir somente 100 cabras, o sistema é por se só economicamente inviável (HARTMAM e SCHAFRICK, 2004). Quando a TIR não for um indicador confiável de viabilidade econômica para o investimento, algo que aconteceu nessa simulação, recomenda-se a utilização da TIR modificada (TIRm) que consiste em trazer todos os fluxos negativos para o presente (KASSAI et al., 1999), neste caso, a situação é pior ainda haja vista que a TIRm foi negativa (-0,57).

A análise de sensibilidade do sistema de produção de matrizes Saanen alimentadas com TMD NaOH, assim como as Saanen alimentadas com a dieta padrão, mostraram que, apesar das mais variáveis situações de mudanças no preço de mercado, os indicadores de performance econômico ainda são economicamente viáveis (Tabela 16). Na situação em que ocorre uma grande desvalorização do preço das matrizes e simultaneamente a queda de 30% da produção, o VPL foi de R\$ 94.266,05 com o payback de 5,72 anos, uma taxa interna de retorno positiva de 20,71%, índice de lucratividade de 2,05 e taxa de rentabilidade de 104,57%.

Tabela 16 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Variações		Indicadores de performance econômico					
Preço	Quantidade	VPL ¹	Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	2.637.912,14	0,26	404,58	49,07	30,26	2.926,36
20%	20%	2.107.985,87	0,33	324,71	45,89	24,38	2.338,49
10%	10%	1.620.453,70	0,42	251,22	42,27	18,98	1.797,65
-10%	-10%	772.571,68	0,86	123,42	32,86	9,57	857,05
-20%	-20%	412.221,81	1,57	69,07	25,87	5,57	457,3
-30%	-30%	94.266,05	5,72	20,71	13,87	2,05	104,57

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

A produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH mostraram uma variação maior que as Saanen alimentadas com esta mesma dieta. De uma forma geral, pode-se observar que na simulação de um cenário com a maior variação negativa dos preços e quantidade produzida, os indicadores de performance não foram negativos (Tabela 17). Entre esses indicadores, o VPL chama atenção, haja vista que o valor ficou abaixo dos R\$ 100.000,00 (R\$ 22.391,57).

Tabela 17 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Variações		Indicadores de performance econômico					
Preço	Quantidade	VPL ¹	Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	2.375.264,19	0,28	379,92	48,15	28,45	2.744,61
20%	20%	1.885.082,40	0,35	302,97	44,90	22,78	2.178,20
10%	10%	1.434.115,14	0,46	232,17	41,18	17,57	1.657,11
-10%	-10%	649.824,27	0,97	109,03	31,31	8,51	750,87
-20%	-20%	316.500,64	1,92	56,62	23,63	4,66	365,71
-30%	-30%	22.391,57	9,52	9,68	8,47	1,26	25,87

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

5.4 CONCLUSÕES

A simulação para produção de 144 matrizes leiteiras proporcionou receita superior aos custos de produção, resultando em indicadores econômicos positivos para todos os cenários avaliados. Todos os cenários tiveram ponto de nivelamento inferior a 144 cabras que é a quantidade de animais que podem ser produzidas anualmente por cada tipo de criação. A receita líquida de todos os sistemas é maior que zero, o que indica que a atividade é estável, apresentando altas taxas internas de retorno. Da mesma forma, os índices de lucratividade são

bem atrativos, principalmente os sistemas que optarem pela cria de cabras da raça Saanen, onde os VPLs são superiores há um milhão de reais.

As análises de sensibilidade mostraram que apenas nas situações mais desfavoráveis, tais como a redução de 30% tanto na produção quanto no preço de mercado, os indicadores de performance econômico são economicamente inviáveis. O uso das TMD não compromete a viabilidade econômica dos sistemas, porém quando comparados aos sistemas que utiliza a dieta padrão, apresentam menor rentabilidade.

REFERÊNCIAS

- ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G. K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K. S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri. v. 120, n. 1-2, p. 10-15, 2005.
- ARAÚJO, R. A.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; ROGÉRIO, M. C. P.; LUCAS, R. C.; MARANHÃO, S. R.; SANTOS NETO, C. F.; EGITO, A. S.; POMPEU, R. C. F. F. 2018. Performance, nutritional parameters, and hepatic and renal function of female goat kids fed diets containing castor cake detoxified with different alkaline solutions. **Small Ruminant Research**. (Sob revisão).
- ARAÚJO, R.A.; NEIVA, J. N. M.; POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; ROGÉRIO, M. C. P.; LUCAS, R. C.; MARANHÃO, S. R.; FONTINELE, R. G.; EGITO, A. S. Feeding behaviour and physiological parameters of rearing goats fed diets containing detoxified castor cake. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v. 39, n. 6, p. 2247-2260, 2018.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS—AOAC, 2003. **Official Methods of Analysis**, 17th 2nd rev. ed. Association of Analytical Chemists—AOAC, Gaithersburg, M. D, p. 1094.
- BARROS, M. C. C.; MARQUES, J. A.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; COSTA, L. T.; GUIMARÃES, S.; SILVA, L. L.; GUSMÃO, J. J. N. Economic viability of crude glycerin in diets for lambs finished in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v. 36, n. 5, p. 443-452, 2015.
- DAL MONTE, H. L.; COSTA, R. G.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; PIMENTA FILHO, E. C.; CRUZ, G. R. R.; MENEZES, M. P. C. Calculation of the costs and evaluation of incomes in different systems of production of goat milk in Cariris Paraibanos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, 2535-2544, 2010.
- DANG, L.; VAN DAMME, E. J. S. Toxic proteins in plants. **Phytochemistry**, Londres, v. 117, n. 1, p. 51-64, 2015.
- GUIDUCCI, R. C. N.; ALVES, E. R. A.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. *In*: GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-78.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, Oxford. v. 81, n. 3, p. 3226-3232, 2003.
- HARTMAN, J. C.; SCHAFRICK I. C. The relevant internal rate of return. **The Engineering Economist**, Iowa. v. 49, n. 7, p. 39-158, 2004.
- KASSAI, J. R.; KASSAI, S.; SANTOS, A.; ASSAF NETO, A. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. São Paulo: Atlas, 1999.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 57, n. 6, p. 347–358, 1996.

LÔBO, A. M. B. O.; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; SOUZA, V.; ALVES, A. A. C.; COSTA, A. C.; ALBUQUERQUE, M. A. M. Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 153, n. 5, p. 9-16, 2017.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. Gaithersburg, v. 85, n. 3, p. 1217–1240, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL—NRC, 2007. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. National Academy Press, Washington, DC.

PAIM, T. P.; CARDOSO, M. T. M.; BORGES, B. O.; GOMES, E. F.; LOUVANDINI, H.; MCMANUS, C. Estudo econômico da produção de cordeiros cruzados confinados abatidos em diferentes pesos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 12, n. 5, p. 48-57, 2011.

PINTO, C. W. C.; COSTA, J. M. O.; NOBREGA JR, J. E. Alternativa para produção de cordeiros Santa Inês em confinamento, alimentados com subprodutos da agroindústria. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia. v. 35, n. 4, p. 185-190, 2014.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 70, n. 4, p. 3562-3577, 1992.

STIVARI, T. S. S.; CHEN, R.F.F.; GAMEIRO, A.H.; MONTEIRO, A.L.G.; RAINERI, C.; SILVA, J. B. A. Feasibility of grazing sheep production systems using long-term economic indicators and the methodology of the soil expectation value. **Brazilian journal of veterinary research and animal science**, São Paulo. v. 51, n. 3, p. 149-157, 2014.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 74, n. 5, p. 3583–3597, 1991.

WEISS, W. P. 1999. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Proc. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Cornell University, Ithaca, USA. pp. 176–185.

6 CAPÍTULO V: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E PERFIL METABÓLICO E NUTRICIONAL DE CABRAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA EM DIFERENTES FASES GESTACIONAIS

RESUMO

Avaliou-se a influência da substituição do farelo de soja (FS) pela torta de mamona destoxificada (TMD) sobre o consumo, desempenho, digestibilidade de nutrientes, balanço nitrogenado, funções hepáticas e renais de cabras gestantes alimentadas com dietas contendo TMD por soluções alcalinas em regime de confinamento durante as fases gestacionais (dois primeiros terços e terço final). Três dietas foram fornecidas aos animais experimentais: uma à base de farelo de soja, e outras duas com torta de mamona destoxificada (TMD) com hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) e hidróxido de sódio (NaOH). Utilizou-se 18 cabras das raças Saanen (9) e Anglo Nubiana (9), primíparas, não lactantes, com idade aproximada de 12 meses, peso corporal inicial de $42,08 \pm 5,33$ kg e condição de escore corporal de $3,6 \pm 0,3$, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdividas no tempo, ficando nas parcelas as fases gestacionais e nas subparcelas as dietas. Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas e das fases gestacionais sobre o consumo de matéria seca (CMS) e nutrientes avaliados. Além disso, observou-se acentuada redução no consumo durante o terço final de gestação. Não houve efeito ($P > 0,05$) das dietas ou fases sobre a digestibilidade da MS e de nutrientes. As dietas influenciaram ($P < 0,05$) o consumo de nitrogênio e a quantidade de nitrogênio retido, onde as cabras que receberam as dietas à base de FS e TMD Ca(OH)_2 consumiram maiores quantidades de nitrogênio, enquanto que as cabras alimentadas com a dieta contendo a TMD NaOH consumiram menor quantidade, o que proporcionou-lhes menor quantidade de nitrogênio retido. Os níveis médios de enzimas referentes as funcionalidades hepáticas e renais ficaram dentro dos padrões normais. Das enzimas relacionadas ao metabolismo hepático, somente a gama-glutamil transferase aumentou no terço final da gestação. Observou-se que o peso dos cabritos gerados não foi influenciado pelas dietas, nem o escore de condição corporal das cabras no pós-parto ($P > 0,05$). A torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio diminui o consumo das cabras durante a fase de gestação, porém não afeta de forma negativa os parâmetros renais e hepáticos. Durante o terço final de gestação, as cabras diminuem de forma acentuada o consumo de MS e de nutrientes.

Palavras-chave: Anglo Nubiana. Gestação. Terço final. Ricina. Subprodutos do biodiesel. Saanen.

ABSTRACT

We evaluated the influence of the substitution of soybean meal (SM) by detoxified castor cake (DCC) on performance, digestibility of nutrients, nitrogen balance and hepatic and renal functions of pregnant goats and fed with diets containing DCC by alkaline solutions in confinement regime during the stages of pregnancy (first two thirds third and final). Three diets were provided to the experimental animals: a herbal of soybean meal, and two others with detoxified castor (DCC) with calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) and sodium hydroxide (NaOH). We used 18 Saanen goats of breeds (9) and Anglo nubian (9), non-lactating primiparous, aged approximately 12 months, initial body weight of 42.08 ± 5.33 kg of body condition score of 3.6 ± 0.3 , distributed in a completely randomized design, in plots subdivided in time, getting in plots the stages of pregnancy and in the subplots the diets. There was no effect ($P < 0.05$) of diets and the stages of pregnancy on dry matter intake (DMI) and nutrients. In addition, we observed a significant reduction in the intake during the final third of pregnancy. There was no effect ($P > 0.05$) of diets or phases on the digestibility of DM and nutrients. The diets influenced ($P < 0.05$) the intake of nitrogen and the amount of nitrogen retained, where the goats that received the diets based on SM and DCC $\text{Ca}(\text{OH})_2$ intake larger amounts of nitrogen, already the goats fed with diet containing the DCC NaOH intake less quantity, which provide them with the smallest amount of nitrogen retained. The average levels of enzymes for hepatic and renal functions were within normal patterns. Of enzymes related to liver metabolism, only the gamma-glutamyl transferase increased in the final third of the pregnancy. It was observed that the weight of the goats generated was not influenced by the diets, nor the body condition score of goats in the postpartum period ($P > 0.05$). The detoxified castor by sodium hydroxide reduces the consumption of goats during the phase of gestation but did not affect negatively the renal and hepatic parameters. During the final third of gestation, the goats reduce sharply the intake of DM and nutrients.

Keywords: Anglo nubian, pregnancy, final third, ricin, byproducts of biodiesel, Saanen

6.2 INTRODUÇÃO

Na caprinocultura leiteira, como em qualquer sistema de produção animal, são encontrados obstáculos na elaboração de programas alimentares, sendo indispensável o correto manejo nutricional, evitando assim o desperdício financeiro, principalmente quando se trata de animais confinados. O ideal é a utilização de dietas balanceadas e adequadas ao estágio fisiológico e nível de produção dos animais. Contudo, o alto custo de alguns alimentos dificulta a produtividade destes sistemas, tornando-os, muitas das vezes, ineficientes dos pontos de vista nutricional e econômico.

Nos últimos anos, tem-se observado um crescente interesse no uso de alimentos alternativos e regionais (MENEZES et al., 2012; POMPEU et al., 2012 e GIONBELLI et al., 2014) nas dietas de ruminantes, visando a diminuição dos custos com insumos alimentares, entre os quais pode-se destacar a torta da mamona, com seu elevado teor de proteínas. Entretanto, a presença de fatores antinutricionais como a ricina, ricinina, *ricinus aglutinina* e complexos alergênicos a torna imprópria para alimentação animal. Porém, após processo de destoxificação (ANANDAN et al., 2005) esse problema pode ser contornado necessitando, portanto, de estudos que comprovem seu uso de forma eficaz na dieta de ruminantes em diferentes situações fisiológicas.

Neste sentido, as cabras gestantes carecem de atenção especial, pois os nutrientes exigidos pelo organismo da fêmea nesta fase não atenderão somente a manutenção do corpo mas, principalmente, serão direcionados ao útero grávido e glândula mamária, sendo que ao longo da gestação há uma grande variação no metabolismo das cabras gestantes, em virtude do crescimento fetal (KONYALI et al., 2007). Durante o primeiro e segundo terço da gestação, que começa com a concepção, os requerimentos de proteína, energia, minerais e vitaminas podem ser semelhantes às exigências de manutenção para as cabras (NRC, 2007). Já no terço final da gestação é observado redução na taxa relativa de crescimento do feto, possivelmente porque o feto está entrando na fase linear de crescimento (GREENWOOD & BELL, 2003 e HAFEZ & HAFEZ, 2004), concomitantemente, nesta fase há uma acentuada mobilização de tecidos corporais e as cabras ficam mais susceptíveis a ocorrência de doenças metabólicas. Além disso, a nutrição da fêmea durante o período de gestação afetará a produção de leite, a composição e ganho de peso de seus descendentes (LIDEN et al., 2009), sendo de suma importância planos nutricionais adequados as cabras.

Com base nas afirmações levantadas e considerando a importância da dieta sobre o período gestacional, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a possibilidade de utilização da torta de mamona destoxificada por duas soluções alcalinas em dietas de cabras Saanen e Anglo

Nubiana e em confinamento durante as fases gestacionais e observar os possíveis efeitos sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes, balanço nitrogenado e funções hepáticas e renais.

6.3 MATERIAL E MÉTODOS

6.3.1 Área experimental e período de ensaio

O trabalho foi conduzido no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°44'57,42" sul e 40°20'43,50" oeste), localizado na cidade de Sobral-CE, Brasil, no período compreendido entre julho a novembro de 2016. Todos os procedimentos envolvendo animais foram realizados de acordo com os regulamentos da Comissão de Ética no Uso de Animais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa com Caprinos, protocolo N° 005/2015. Todos os ensaios foram realizados em duas ocasiões, a primeira quando as cabras encontravam entre 30 e 100 dias de gestação (primeiro e segundo terço) e a segunda entre 110 e 140 dias gestacionais, representando o terço final de gestação.

6.3.2 Animais, delineamento experimental e dietas

Foram utilizadas 18 cabras, sendo 9 da raça Saanen e 9 Anglo Nubiana, ficando em cada tratamento (dieta) seis cabras, sendo três Saanen e três Anglo Nubiana, consistindo em quatro cabras com gestação dupla e duas de gestação simples, com peso corporal de $42,08 \pm 5,33$ kg e condição de escore corporal de $3,6 \pm 0,3$ segundo classificação de Morand-Fehr (2005). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdividas no tempo, ficando nas parcelas as fases gestacionais e nas subparcelas as dietas. Antes do período experimental, as cabras foram avaliadas em outro estudo onde foi analisado o desempenho na fase de crescimento com uso da torta de mamona destoxificada, portanto, as cabras já estavam adaptadas aos alimentos utilizados, mudando apenas a proporção dos ingredientes devido às exigências da categoria em avaliação.

Em condições pré-experimentais, o manejo reprodutivo adotado envolveu cio natural, com duração média da estação de monta de 30 dias. Uma vez identificado o cio, a cobertura foi realizada por monta natural direcionada. Para tanto, foram utilizados reprodutores da mesma raça, sem nenhum grau de parentesco com as matrizes. A partir da cobertura, as cabras foram alocadas em baias individuais, suspensas e com piso ripado de $5,06$ m², sendo $2,87$ m² de área composta por solário de piso batido, providas de bebedouros, comedouros e saleiros. Aos 35

dias de gestação da última cobertura, foi realizada a confirmação da gestação de todas as cabras, com o uso de aparelho ultrassonográfico KX 5000[®]. Aos 96 dias de gestação o acesso ao solário foi fechado com telas de proteção devido à grande inclinação da rampa de acesso, ficando com 2,19 m² por baia.

A aferição do peso vivo foi realizada quinzenalmente em balança adequada. Os animais foram pesados sempre no mesmo horário e em jejum. Os tratamentos consistiram de três dietas, uma formulada com milho e farelo de soja (FS) e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD Ca(OH)₂) e outra composta por torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio (TMD NaOH), ambas em substituição total do farelo de soja, sendo isoprotéicas e isoenérgicas e como volumoso foi utilizado o feno de capim-tifton-85. As cabras começaram a receber as dietas no dia da cobertura.

As dietas foram formuladas para atender as exigências de cabras gestantes com dois fetos, de acordo com o NRC (2007) para cabras com peso corporal de 42 kg e em início gestacional. A composição química dos alimentos está apresentada na tabela 1 e a proporção dos ingredientes e a composição química das dietas encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Item (g/kg de matéria seca)	Ingredientes				
	Feno	Milho	FS ^a	TMD ^b	TMD ^c
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	872,5	889,2	870,2	904,2	904,8
Matéria orgânica	911,3	965,9	956,9	867,7	855,6
Matéria mineral ^d	88,7	34,1	43,1	132,3	144,4
Proteína bruta	104,1	79,5	443,3	315,4	309,0
Proteína insolúvel em detergente neutro	26,98	30,23	131,75	100,27	102,74
Proteína insolúvel em detergente ácido	12,26	20,92	40,03	48,79	49,35
Extrato etéreo	14,5	36,8	28,8	52,1	47,5
Carboidratos totais	792,8	845,7	484,7	500,1	492,6
Carboidratos não fibrosos	277,8	722,4	320,8	103,9	132,4
Fibra em detergente neutro	722,7	184,6	217,8	483,4	443,5
FDN corrigido para cinzas e proteína	514,9	123,2	163,8	396,1	360,1
Fibra em detergente ácido	472,2	69,0	117,9	379,2	388,7
Hemicelulose	248,4	115,5	99,8	104,1	54,7
Celulose	413,6	60,2	105,6	328,5	342,6
Lignina	60,6	8,8	12,2	50,7	46,1
Nutrientes digestíveis totais	546,8	848	822,5	620,5	627,9

^a Farelo de soja

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio

^d TMD Ca(OH)₂: 0,9 g de sódio/kg de matéria seca; TMD NaOH: 49,2 g de sódio/kg de matéria seca.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas.

Ingrediente (g/kg MS)	Dietas		
	Dieta padrão	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
	Proporção dos ingredientes		
Feno de Capim-tifton 85	433,10	421,70	509,10
Milho moído	528,00	529,20	380,30
Farelo de soja	33,50	-----	-----
Torta de mamona destoxificada	-----	49,10	61,50
Óleo de soja	-----	-----	44,4
Calcário	5,4	-----	4,7
Composição química			
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	879,10	885,43	850,96
Matéria orgânica	942,14	938,06	933,00
Matéria mineral	57,86	61,94	67,00
Proteína bruta	101,11	100,73	100,35
Extrato etéreo	26,72	28,20	28,74
Carboidratos totais	806,14	806,43	755,84
Carboidratos não fibrosos	512,52	504,58	424,65
Fibra em detergente neutro	417,80	426,23	465,43
FDN corrigido para cinza e proteína	293,62	301,86	331,19
Ligninas	31,33	32,73	37,06
Nutrientes digestíveis totais	712,16	709,86	702,21

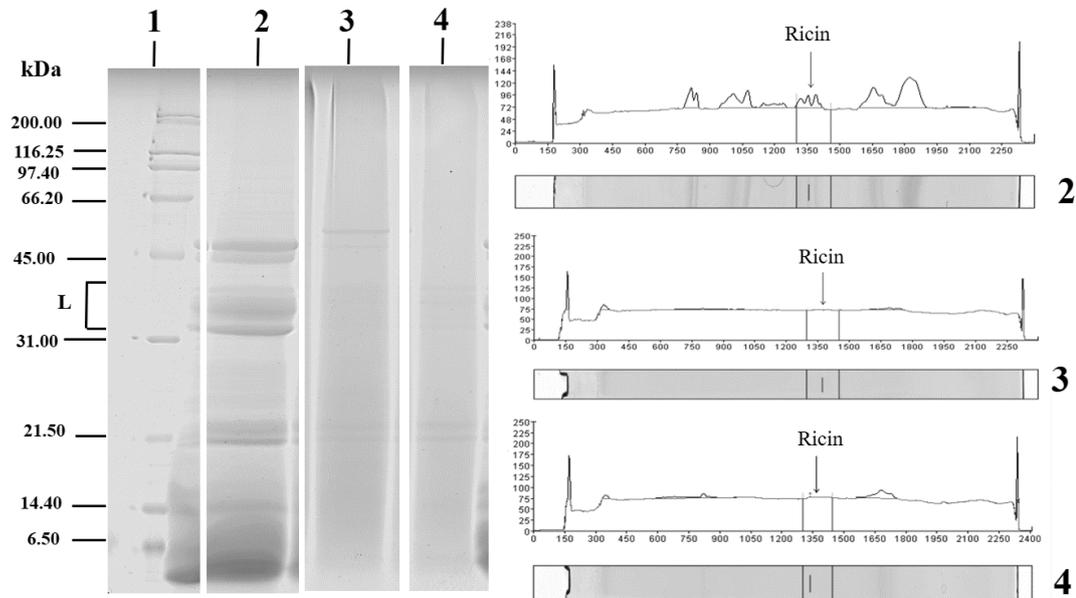
6.3.3 Destoxificação e medição de ricina

A torta de mamona utilizada foi obtida por prensagem mecânica, utilizando temperaturas entre 90 e 100 °C, da semente de mamona, para obtenção do óleo de rícino. Para a destoxificação da torta de mamona bruta foram utilizados dois produtos alcalinos, hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) e hidróxido de sódio (NaOH) nas proporções de 90 e 60 g/kg de torta, respectivamente. Para a diluição e eficácia dos reagentes, foi utilizado 2000 ml de água/kg de torta de mamona bruta. A torta foi destoxificada através da adaptação de um misturador semiautomático para homogeneização da solução destoxificante. Para a mistura da solução foi utilizada uma betoneira estacionária (Fischer[®] MOB 400 G2), equipada com motor trifásico.

Após três horas de mistura na betoneira (dez minutos misturando e trinta minutos em repouso, alternadamente) a torta foi colocada sobre uma lona plástica, ao ar livre, por um período de 48 horas sendo constantemente revolvida para uma secagem de forma homogênea. Depois de seca, a torta foi triturada em máquina forrageira com crivo de 8 mm, para permitir a redução no tamanho do material e facilitar a sua homogeneização com os demais ingredientes.

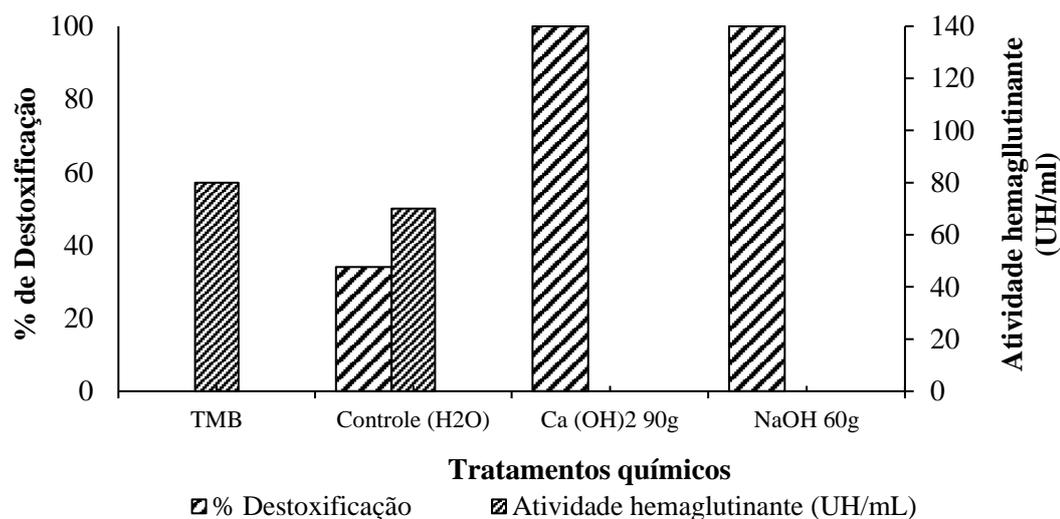
Para confirmação da destoxificação foram feitos bioensaios de hemaglutinação e análises por eletroforese em SDS-PAGE através da confirmação do desaparecimento das bandas de ricina, para garantir que a torta estivesse destoxificada (Figura 1).

Figura 1 - Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).



Os bioensaios foram realizados com soluções contendo hemácias de coelho para avaliar a presença ou não da *ricinus aglutinina*. Dos tratamentos testados, observou-se que as concentrações de 90 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e 60 g de NaOH destoxificaram 100% da ricina presente nas tortas de mamonas, confirmadas através de densitometria, utilizando o software ImageJ (National Institutes of Health, USA), ratificada pela avaliação da atividade hemaglutinante, a qual foi negativa (Figura 2). Portanto, foram utilizadas essas duas concentrações para destoxificar a torta bruta, visando a formulação das dietas.

Figura 2 - Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.



6.3.4 Manejo e coleta de dados

As dietas foram fornecidas diariamente às 8:00 e 16:00 horas, de forma a permitir 10% do fornecimento em sobras. A cada quinzena foram colhidas amostras do fornecido, tanto do volumoso quanto do concentrado, bem como das sobras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer à -8 °C para análises posteriores.

Ao final da gestação, as amostras foram descongeladas e submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C até peso constante. Em seguida, trituradas em moinhos de faca (Wiley mill, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, USA) com peneira de 1,0 mm para os alimentos e sobras destinadas às análises químicas e à 2,0 mm para a avaliação da digestibilidade (Nocek, 1988).

A digestibilidade aparente total foi estimada pela técnica de forma indireta por meio de indicador interno FDAi. Para tanto, as fezes foram coletadas diretamente da ampola retal, em diferentes horários (0, 3, 6 e 9 horas após a primeira alimentação) visando uma maior representatividade diária, em seguida identificadas e armazenadas em freezer à -8 °C, ao final das coletas, foram feitas amostras compostas e depois secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C até peso constante. As amostras de fezes e dos alimentos foram incubadas *in situ* em sacos de tecido tipo TNT, por um período de 240 horas, segundo metodologia descrita por Casali et al. (2008).

Para a avaliação do balanço de nitrogênio, a produção total de urina foi estimada através da concentração de creatinina na urina. Foram obtidas amostras *spot* de urina, quatro horas após a alimentação, aproximadamente, a partir de micção espontânea em bolsas de colostomia (Medsonda[®]) com capacidade para 200 mL. As amostras foram filtradas em gazes e uma

alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N), de acordo com a metodologia de Valadares et al. (1999) e imediatamente congeladas. A produção de urina foi estimada pela equação utilizada por Fonseca (2006): $\text{Volume urinário} = [(\text{Peso corporal} \times \text{excreção diária de creatinina na amostra (mg/L)}) / \text{concentração de creatinina na amostra spot (mg/L)}]$. As fezes foram coletadas diretamente da ampola retal, durante cinco dias, em diferentes horários (0, 3, 6 e 9 horas após a primeira alimentação) para amostragem representativa, assim como foram feitas as coletas destinadas aos ensaios de digestibilidade.

O procedimento de coleta de sangue realizou-se por punção da veia jugular quatro horas após a alimentação da manhã, para a análise do teor de ureia no soro e, antes da alimentação da manhã para os outros parâmetros, por meio de tubos Vacutainer (Grainer Bio-One, Vacuette® Americana, SP, BRA) com capacidade para 9,0 mL.

Foram colhidas duas amostras de sangue de cada animal, em um tubo que continha anticoagulante (EDTA) e outro sem anticoagulante. Os tubos com anticoagulante foram direcionados para a dosagem de proteínas totais e ureia e os sem anticoagulante foram analisadas o aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, creatinina, fosfatase alcalina, albumina, gamaglutamiltransferase e bilirrubina direta e total. Para a dosagem de ureia e proteínas totais, o soro foi obtido por centrifugação dos tubos a 3.293 g por 15 minutos, identificado e armazenado em minitubos Eppendorf®, e congelado para análise. Os parâmetros sanguíneos e a creatinina na urina foram analisados com kits comerciais Labtest®, com auxílio de procedimentos colorimétricos. As coletas de fezes, urina e sangue foram feitas em duas ocasiões, a primeira quando as cabras encontravam com 60 dias de gestação e a segunda aos 120 dias gestacionais. Também foram realizadas pesagens com intervalos de 15 dias, sempre pela manhã, acompanhado de uma avaliação do escore de condição corporal (ECC).

6.3.5 Análise química e biológica

Nas amostras de alimentos (sobras e fornecido) e fezes foram determinados os teores de MS (método nº 934.01), matéria orgânica (método nº 942.05), proteína bruta (método nº 954.01), extrato etéreo (método nº 920.39) de acordo com a AOAC (2003). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinzas residuais (Mertens et al., 2002).

A estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foi feita conforme Licitra et al. (1996). As ligninas foram obtidas com o resíduo do FDA tratado com ácido sulfúrico a 72% (Van Soest et al., 1991). O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado com adaptação ao proposto por Hall (2003). O

teor de carboidratos totais (CT) e não fibrosos (CNF) pelos cálculos descritos por Sniffen et al. (1992).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo Weiss (1999). Os teores de nitrogênio consumido (NC), nitrogênio excretado nas fezes (NF) e nitrogênio excretado na urina (NU) foram determinados através da técnica de micro Kjeldahl (método n°. 954.01) da AOAC (2003). O nitrogênio retido (NR) foi calculado de acordo com a equação: $NR = NC - (NF + NU)$.

6.3.6 Análise estatística

Inicialmente os dados foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilks) e de homocedasticidade (Levene) e, atendida as pressuposições, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As análises foram realizadas a partir do seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde Y_{ijk} é a variável dependente correspondente à observação experimental; μ é a média geral; α_i é o efeito fixo das dietas; β_j é o efeito fixo da fase gestacional; $(\alpha\beta)_{ij}$ é o efeito de interação entre dietas e fases gestacionais; e e_{ijk} é o erro aleatório, assumindo uma distribuição normal. A interação entre dieta e fase gestacional foi desdobrada somente quando significativa a 5% de probabilidade. Para avaliar os efeitos de dieta e fase gestacional, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS, versão 9.4 (SAS INSTITUTE, 2005).

6.4 RESULTADOS

Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas e das fases gestacionais sobre o consumo de matéria seca (CMS) e nutrientes (Tabela 3). O CMS foi maior para as cabras alimentadas com FS e TMD Ca(OH)_2 , tanto para os valores expressos em g/dia quanto para aqueles expressos em % do peso corporal (% PC), porém as cabras que consumiram dieta à base de FS também não diferiram daquelas que consumiram dieta com TMD NaOH, quando expressado em % PC. Assim como o CMS, os consumos de PB, EE, FDN e NDT foram maiores para as cabras que consumiram as dietas à base de FS e TMD Ca(OH)_2 . Em relação ao efeito das fases gestacionais, observou-se que, com o passar das fases, os consumos diminuíram de forma significativa. O CMS diminuiu em 628,50 g/dia, o que correspondeu a redução de 46% do CMS

com base no peso corporal das cabras. De forma similar, os consumos de PB, EE, FDN e NDT diminuíram em 73,55; 42,11; 235,81 e 404,43 g/dia, respectivamente.

Tabela 3 - Consumo de matéria seca e nutrientes por cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.

Fase gestacional	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Fase	D x F
	Matéria seca (g/dia)						
Dois terços	1540,31	1514,32	1387,15	1480,59A	*	**	0,065
Terço final	911,81	885,82	758,65	852,09B			
Média	1226,06a	1200,75a	1072,90b				
	Matéria seca (% peso corporal)						
Dois terços	2,97	3,15	2,80	2,97A	*	**	0,054
Terço final	1,65	1,74	1,45	1,61B			
Média	2,31ab	2,44a	2,13b				
	Proteína bruta (g/dia)						
Dois terços	179,98	175,85	162,30	172,71A	*	**	0,896
Terço final	105,59	103,93	87,97	99,16B			
Média	142,78a	139,89a	125,14b				
	Extrato etéreo (g/dia)						
Dois terços	103,59	100,94	93,67	99,40A	*	**	0,984
Terço final	61,59	59,08	51,22	57,29B			
Média	82,50a	80,01a	72,45b				
	Fibra em detergente neutro (g/dia)						
Dois terços	567,69	570,71	528,52	555,64A	*	**	0,766
Terço final	341,98	332,22	285,30	319,83B			
Média	454,83a	451,46a	406,91b				
	Nutrientes digestíveis totais (g/dia)						
Dois terços	1174,17	1191,02	1107,78	1157,66A	*	**	0,076
Terço final	695,07	696,69	605,86	665,88B			
Média	934,62a	943,85a	856,82b				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se que durante a gestação o peso das cabras foi alterado pelas dietas ($P > 0,05$). As cabras alimentadas com a dieta a base de FS tiveram maior peso no dia do parto (55,65 kg). No entanto, o peso pós-parto foi igual as demais ($P > 0,05$). Além disso, o peso dos cabritos gerados não foi influenciado pelas dietas, nem o escore de condição corporal pós-parto (Tabela 4).

Tabela 4 - Peso e escore de condição corporal de cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante a gestação e peso de cabritos gerados.

Itens (kg)	Dietas			EPM ¹	P-valor
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		
Peso na cobertura	42,08	41,87	42,15	0,87	0,081
ECC na cobertura	3,5±0,42	3,7±0,22	3,6±0,33	0,14	0,152
Peso no parto	55,65a	53,87b	53,90b	1,24	*
Peso pós-parto	43,54	43,78	43,98	1,46	0,087
ECC pós-parto	2,65±0,21	2,70±0,13	2,60±0,16	0,17	0,065
Peso cabritos	3,82	3,79	3,75	0,45	0,083

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

¹EPM: Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas ou fases gestacionais sobre a digestibilidade da MS e dos nutrientes durante o período gestacional das cabras (Tabela 5).

Tabela 5 - Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.

Fase gestacional	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Fase	D x F
MS (g/kg de matéria fresca)							
Dois terços	714,30	702,26	687,65	701,40	0,349	0,425	0,876
Terço final	726,17	714,23	699,58	713,32			
Média	720,23	708,62	693,62				
Proteína bruta (g/kg MS)							
Dois terços	749,35	758,51	738,17	748,68	0,495	0,266	0,287
Terço final	764,25	773,42	753,98	763,88			
Média	756,8	765,965	746,075				
Extrato etéreo (g/kg MS)							
Dois terços	800,84	791,98	794,45	795,76	0,876	0,253	0,764
Terço final	817,93	809,15	811,31	812,80			
Média	809,385	800,565	802,88				
Fibra em detergente neutro (g/kg MS)							
Dois terços	720,95	709,64	669,51	700,04	0,319	0,606	0,587
Terço final	735,79	724,79	684,54	714,93			
Média	728,37	717,05	677,04				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As dietas influenciaram ($P < 0,05$) o consumo de nitrogênio e na quantidade de nitrogênio retido (Tabela 6). As cabras que consumiram as dietas à base de FS e TMD Ca(OH)_2 consumiram maiores quantidades de nitrogênio, com valores médio de 17,13 e 16,78 g/dia, respectivamente, enquanto que as cabras alimentadas com a dieta contendo a TMD NaOH consumiram menor quantidade (15,01 g/dia). De forma similar, o teor de nitrogênio retido foi menor para estas últimas (10,28 g/dia). As fases gestacionais influenciaram ($P < 0,05$) todas as variáveis relacionadas ao balanço do nitrogênio. Em resumo, durante os dois primeiros terços de gestação, as cabras apresentaram maiores valores, com reduções de 42,56; 49,55, 49,74 e 39,14% para o nitrogênio consumido, fecal, urinário e o nitrogênio retido, respectivamente.

Tabela 6 - Balanço de nitrogênio em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.

Fase gestacional	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Fase	D x F
	Nitrogênio consumido (g/dia)						
Dois terços	21,59	21,10	19,47	20,72A	**	**	0,896
Terço final	12,67	12,47	10,55	11,90B			
Média	17,13a	16,78a	15,01b				
	Nitrogênio fecal (g/dia)						
Dois terços	4,63	4,33	4,53	4,50A	0,529	**	0,554
Terço final	2,37	2,32	2,14	2,27B			
Média	3,50	3,33	3,33				
	Nitrogênio urinário (g/dia)						
Dois terços	1,99	1,86	1,94	1,93A	0,477	**	0,460
Terço final	0,97	0,95	0,84	0,92B			
Média	1,48	1,40	1,39				
	Nitrogênio retido (g/dia)						
Dois terços	14,97	14,89	12,99	14,28A	**	**	0,911
Terço final	9,32	9,19	7,56	8,69B			
Média	12,14a	12,04a	10,28b				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre os valores de proteínas totais, albumina, ureia e gama-glutamil transferase (Tabela 7). O teor de proteínas totais e de albumina foi maior na

circulação sanguínea das cabras que consumiram a dieta TMD NaOH (6,72 e 2,44 g/dL), porém não diferiram das cabras alimentadas com a dieta a base de TMD Ca(OH)_2 (6,49 e 2,32 g/dL), sendo que estas últimas não diferiram dos valores observados para as cabras que ingeriram a dieta padrão, para ambas as variáveis. A ureia apresentou comportamento inverso aos valores de proteína total e albumina, onde as cabras que consumiram a dieta a base de FS apresentaram maior teor (31,16 mg/dL) e as que consumiram a dieta TMD NaOH menor teor (27,70 mg/dL), entretanto, as cabras alimentadas com TMD Ca(OH)_2 não diferiram de ambas as dietas (28,81 mg/dL). Por outro lado, estas últimas apresentaram maior quantidade de gama-glutamil transferase (65,78 UI/L).

Tabela 7 - Parâmetros sanguíneos em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxicada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.

Fase gestacional	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Fase	D x F
Proteínas totais (g/dL)							
Dois terços	6,07	7,14	7,37	6,86A	*	*	0,764
Terço final	4,77	5,84	6,07	5,56B			
Média	5,42b	6,49ab	6,72a				
Bilirrubina direta (mg/dL)							
Dois terços	1,08	1,19	1,12	1,13A	0,831	*	0,883
Terço final	0,73	0,72	0,84	0,76B			
Média	0,91	1,02	0,92				
Albumina (g/dL)							
Dois terços	2,36	2,54	2,66	2,52A	**	**	0,478
Terço final	1,93	2,11	2,22	2,09B			
Média	2,14b	2,32ab	2,44a				
Ureia (mg/dL)							
Dois terços	36,43	35,08	32,97	34,83A	*	**	0,435
Terço final	25,89	24,54	22,43	24,29B			
Média	31,16a	28,81ab	27,70b				
Fosfatase alcalina (UI/L)							
Dois terços	7,33	6,89	7,24	7,15A	0,726	*	0,843
Terço final	6,08	5,64	6,01	5,91B			
Média	6,71	6,26	6,62				
Alanina aminotransferase (UI/L)							
Dois terços	17,83	14,00	14,25	15,36A	0,157	*	0,547
Terço final	13,16	9,43	9,33	10,64B			
Média	15,49	11,71	11,79				
Aspartato aminotransferase (UI/L)							
Dois terços	98,68	73,29	88,99	86,99	0,071	0,685	0,743
Terço final	95,28	69,89	85,13	83,43			
Média	96,98	71,59	87,06				
Gama-glutamil transferase (UI/L)							
Dois terços	52,16	62,15	62,15	55,94B	*	*	0,617
Terço final	59,41	69,40	60,75	63,19A			
Média	55,79b	65,78a	57,13b				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas dietas e maiúsculas nas raças, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Em relação aos períodos gestacionais, observou-se efeito ($P < 0,05$) dos mesmos sobre todos os parâmetros sanguíneos avaliados, à exceção do aspartato aminotransferase ($P > 0,05$). Em resumo, observou-se uma acentuada redução nos teores dos metabólitos proteicos, os quais foram: 18,95; 32,74; 17,06; 30,26; 17,34 para proteínas totais, bilirrubina direta, albumina, ureia, fosfatase alcalina, alanina aminotransferase, respectivamente, já o teor de gama-glutamil transferase aumentou cerca de 30,74% no terço final de gestação.

6.5 DISCUSSÃO

O menor CMS pelas cabras alimentadas com TMD NaOH pode estar relacionado ao teor de sódio na torta de mamona destoxificada por esse produto alcalino (Tabela 1), pois segundo Yousfi et al. (2016), a maior inclusão de sódio na dieta de ruminantes proporciona um efeito autorregulador do consumo voluntário pelos animais. Oliveira et al. (2016) avaliaram o efeito da inclusão de NaCl em dietas de ovinos e observaram que à medida que se aumentava a inclusão do sódio na composição da dieta, reduzia-se o CMS pelos animais. Observa-se que a quantidade de sódio na TMD NaOH (Tabela 1) era 32,4 vezes superior que na TMD Ca(OH)_2 , o que evidencia ainda mais esse efeito no controle do CMS.

Por outro lado, ressalta-se também que a maior concentração de sódio na dieta de cabras gestantes pode, de certa forma, contribuir para o melhor desenvolvimento dos fetos. O sódio atua no controle do metabolismo da água no organismo, estando diretamente relacionado a reabsorção renal de água (Suttle, 2010). Esse efeito proporciona às cabras melhores condições de produzir mais líquido placentário no interior de seus úteros gávidos (HÄRTER et al., 2016), o que pode ser benéfico aos fetos. Além disso, dietas com suplementação de sódio melhoram a absorção de Ca na gestação, que pode ser de grande influência no desenvolvimento ósseo do feto (GOFF, 2017). Desta forma, pode-se inferir que apesar do menor CMS e nutrientes, o desenvolvimento dos fetos gerados pelas cabras alimentadas com a TMD NaOH não foi afetado de forma negativa, haja vista que os cabritos gerados por essas matrizes apresentaram o mesmo peso ao nascimento dos demais (Tabela 4). Além disso, o aumento do peso corporal observado durante a evolução da gestação em todas as cabras, não refletiu em incremento na massa do corpo materno, mas sim pelo crescimento fetal e/ou desenvolvimento da placenta e acúmulo do líquido placentário, sendo que após o parto as cabras apresentaram peso semelhante aquele no começo da gestação, porém com ECC menor, o que indica redução no peso corpo vazio livre (sem úbere e sem o útero grávido), tendo em conta que o peso que diminuiu no pós-parto foi maior que o peso dos cabritos gerados, inclusive as cabras alimentadas com FS que tiveram maior peso no dia no parto.

O consumo de MS preconizado pelo NRC (2007) para cabras não lactantes com 42 kg de peso corporal é de 1593,24 g de MS/dia para as gestações duplas. Tomando-se a média do consumo durante todo o período gestacional, sem levar em conta o tipo de gestação, verificou-se que a média de CMS foi de 1166,34 g de MS/dia. Este resultado é 26,79% inferior a ingestão preconizada pelo referido sistema. No NRC (2007), há relato que há variação do consumo de matéria durante o período de gestação, o que corrobora com os dados obtidos na presente

pesquisa e por diversos autores (ZAMBOM et al., 2005; FORBES, 2007; TORREÃO et al., 2014), os quais observaram que o CMS de fêmeas em gestação apresenta variação de forma quadrática, isto é, crescente no primeiro e segundo terço da gestação e decrescente durante o terço final. Com o passar da gestação, o CMS diminui devido a fatores como compressão do trato digestivo causado pelo crescimento do útero gravídeo e aumento do nível sérico de estrogênio (FORBES, 2007). Por outro lado, em termos absolutos, o coeficiente de digestibilidade das dietas aumenta, pois, a taxa de passagem tende a ser menor (LU et al., 2005). Portanto, apesar das dietas não terem influenciado a digestibilidade em ambos os períodos gestacionais, percebe-se um aumento discreto dos valores no terço final de gestação (Tabela 4).

O efeito para o CMS influenciou nos resultados de consumo de EE, FDN e NDT. Tal resultado era esperado, uma vez que a ingestão destes nutrientes está diretamente relacionada com a quantidade de MS ingerida, principalmente porque as dietas foram isoenergéticas e isoproteicas (Tabela 2). Em relação ao consumo de NDT, os maiores valores observados nas cabras alimentadas com FS e TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ são justificados pela maior quantidade de EE consumida (DANIELI & RONCHI, 2018). O NRC (2007) preconiza que o consumo de NDT para cabras dessa categoria é de 1.089,25 g de NDT/dia, o que indica que todas as dietas supriram as exigências de NDT durante os dois terços iniciais da gestação, até mesmo as cabras que consumiram a dieta contendo TMD NaOH (1107,78 g NDT/dia). Porém, no terço final todas as cabras tiveram consumo abaixo do preconizado pelo NRC (2007). O consumo de NDT está diretamente a energia consumida e destinada ao desenvolvimento da glândula mamária e dos fetos (GREENWOOD et al., 1998). Desta forma, pode-se inferir que a substituição do farelo de soja pelas TMD não reduziu o desenvolvimento dos fetos, haja vista que os pesos dos cabritos ao nascimento não foram influenciados (Tabela 9), apesar da diminuição significativa do consumo de NDT no terço final de gestação. Porém, a mesma conclusão não pode ser atribuída ao desenvolvimento da glândula mamária, pois a produção de leite não foi mensurada.

O consumo de PB foi alterado com a substituição do FS pela TMD NaOH. O NRC (2007) preconiza que o consumo de PB para cabras desta categoria é de 172,41 g/dia. Desta forma, o consumo de proteína bruta verificado neste experimento atendeu as exigências das cabras alimentadas com as dietas contendo FS e TMD NaOH durante os dois terços iniciais da gestação, sendo contrário ao das cabras alimentadas com dietas contendo TMD NaOH (162,30 g PB/dia), embora o NRC preconize apenas as exigências nutricionais para toda uma fase gestacional, sem levar em conta o crescimento relativo e absoluto dos fetos, correspondentes ao o terço inicia e final da gestação, respectivamente. Por outro lado, a ausência de efeito na quantidade de nitrogênio retido (Tabela 6) demonstra maior eficiência na utilização desse

nutriente pelas cabras alimentadas com a TMD NaOH, onde pode ser observado que a quantidade de nitrogênio excretados nas fezes e urina foram menores. Além disso, o teor de proteínas totais e albumina foi maior na circulação destas cabras (Tabela 7), o que pode estar relacionado ao maior aproveitamento do nitrogênio consumido. Sob outra perspectiva, é importante observar que apesar do teor de nitrogênio retido ter diminuído no terço final de gestação, em termos percentuais o teor foi maior nesta fase (31,08%) que durante os dois terços iniciais (26,97%). A maior proporção da retenção de nitrogênio é oriunda do intenso metabolismo proteico do feto no terço final da gestação, pois segundo Härter et al. (2017), o crescimento do feto neste período de gestação pode corresponder até 93,6% do peso total do feto, absorvendo grandes quantidades de proteínas que estão na circulação (BELL et al., 2005), o que pode estar relacionado, inclusive, na não alteração do teor de proteínas totais na circulação das cabras alimentadas com a TMD NaOH (Tabela 7), apesar do menor consumo de PB (Tabela 3) durante o terço final de gestação.

Os níveis médios de enzimas referentes as funcionalidades hepáticas e renais encontram-se dentro dos padrões para espécie, de acordo com Smith & Sherman (2009). Menezes et al. (2008), encontraram valores similares ao presente trabalho, ao avaliarem a resposta hepático-renal em cabras Saanen alimentadas com farelo de mamona. É interessante observar que, apesar das dietas não influenciarem nos níveis destas enzimas, houve diminuição no terço final de gestação, exceto o aspartato aminotransferase, que não foi alterado (Tabela 7). A redução destas enzimas no terço final de gestação é comum, pois Huy (2005), afirma que todas as enzimas relacionadas à função hepática são geralmente reduzidas no decorrer da gestação dos mamíferos, devido à expansão do fluído extracelular. Esse autor afirma que a única exceção é para a fosfatase alcalina, que é elevada durante esse período devido a mesma ser de origem placentária, porém os valores observados, além de não terem sido influenciados pelas dietas (Tabela 6) diminuíram no terço final de gestação. Apesar disso, os valores mostraram-se estar dentro do intervalo de referência para a espécie (CONTRERAS et al., 2000), descartando assim um possível déficit no metabolismo proteico, o que é comum devido à maior demanda metabólica durante a gestação (RADIN et al., 2015), o que poderia ser observada com a maior concentração de ureia no sangue, porém a quantidade deste metabólito diminuiu com o passar da gestação (Tabela 7).

Araújo et al. (2018), ao fornecerem dietas com FS e TMD por NaOH e $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para cabritas na fase de crescimento, observaram maior nível de ureia sanguínea para as cabras que tiveram o maior consumo de PB. Os autores correlacionaram os maiores teores à menor filtração de nitrogênio após destoxificação da amônia no fígado. Nesta pesquisa aconteceu a

mesma resposta, haja vista que as cabras alimentadas com FS e TMD Ca(OH)_2 tiveram maior consumo de PB. Em relação ao efeito das fases gestacionais, Kalhan (2000) afirma que é comum a diminuição da concentração de ureia em gestantes, pois essa diminuição não só é resultado de uma maior filtração glomerular, mas também devido uma redução na sua síntese hepática. Com o aumento da progesterona e das concentrações de estrógenos, a atividade das enzimas diminui o ciclo da ureia (ISMAIL et al., 2008), caso contrário pode estar relacionada a toxemia da prenhez. Já a redução da albumina no terço final está relacionada ao efeito diluicional, em decorrência do aumento de outras proteínas plasmáticas perto do parto (RODRÍGUEZ et al., 2009).

Das enzimas relacionadas ao metabolismo hepático, somente a gama-glutamil transferase aumentou no terço final da gestação. De acordo com Radin et al. (2017), os níveis dessa enzima aumentam fisiologicamente no periparto. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que em ruminantes existe transferência desta enzima para os fetos. Portanto, ocorre o aumento deste composto na concentração sanguínea da gestante, para que essa enzima seja transferida para suas crias, principalmente através do colostro (KANEKO, 2008). Desta forma, pode-se observar também que a dieta com TMD Ca(OH)_2 apresentou maior teor de gama-glutamil transferase, o que pode favorecer a imunidade passiva das crias (SILVA et al., 2007).

6.6 CONCLUSÃO

As tortas de mamona destoxificadas por soluções alcalinas em substituição ao farelo de soja demonstraram ser uma alternativa viável na alimentação de cabras em gestação, pois não afetam a funcionalidade hepática e renal e o balanço nitrogenado. Dietas formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio diminuem o consumo de matérias seca e de nutrientes, porém sem afetar de forma negativa o peso das crias. Durante o terço final de gestação, as cabras Saanen e Anglo Nubiana diminuem de forma considerável o consumo.

REFERÊNCIAS

- ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G. K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K. S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 120, n. 2, p. 159–168, 2005.
- ARAÚJO, R. A.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; ROGÉRIO, M. C. P.; LUCAS, R. C.; MARANHÃO, S. R.; SANTOS NETO, C. F.; EGITO, A. S.; POMPEU, R. C. F. F. 2018. Performance, nutritional parameters, and hepatic and renal function of female goat kids fed diets containing castor cake detoxified with different alkaline solutions. **Small Ruminant Research**. (Sob revisão).
- ARAÚJO, R.A.; NEIVA, J. N. M.; POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; ROGÉRIO, M. C. P.; LUCAS, R. C.; MARANHÃO, S. R.; FONTINELE, R. G.; EGITO, A. S. Feeding behaviour and physiological parameters of rearing goats fed diets containing detoxified castor cake. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 5, p. 2247-2260, 2018.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS—AOAC, 2003. **Official Methods of Analysis**, 17th 2nd rev. ed. Association of Analytical Chemists—AOAC, Gaithersburg, M. D, p. 1094.
- BELL, A. W.; GREENWOOD, P. L.; EHRHARDT R. A. 2005. **Regulation of metabolism and growth during prenatal life**. In: Burrin, D.G. and Mersmann H.J. *Biology of Metabolism in Growing Animals*. 3, p. 3-34.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influence of incubation time and particles size on indigestible compounds contents in cattle feeds and feces obtained by in situ procedures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 335-342, 2008.
- CONTRERAS, P.; WITTEWER, F.; BÖHMWALD, H. 2000. **Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes**. In: Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. pp. 75-88.
- DANIELI, P. P.; RONCHI, B. Developing a predictive model for the energy content of goat milk as the basis for a functional unit formulation to be used in the life cycle assessment of dairy goat production systems. **Animal**, Oxford, v. 12, n. 3, p. 408-416, 2018.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY - EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on ricin as undesirable substances in animal feed. **The EFSA Journal**, Berlin. v. 726, 1-38, 2008.
- FONSECA, C. E. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; RODRIGUES, M. T.; PINA, D. S.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; ARAÚJO, A. M. Microbial protein synthesis in lactating goats fed diets with increasing levels of dietary protein. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1169-1177, 2006.
- FORBES, J.M. 2007. **Voluntary food intake diet selection in farm animals**. 2.ed. CAB International, Cambridge, p. 453.

GIONBELLI, T. R. S.; VELOSO, C. M.; GIONBELLI, M. P.; NOVAIS, M. A. S.; SILVA, A. L.; ESPECHIT, C. J. B.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O. G.; CUNHA, C. S.; ALCÂNTARA, P. H.; VIRGÍNIO JUNIOR, G. F.; DUARTE, M. S. Utilization of castor bean meal treated with calcium hydroxide fed wet or dry by lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 168, n. 6, p. 76–783, 2014.

GOFF, J. P. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid–base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 101, n. 3, p. 1-51, 2018.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica animal**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 360 p.

GREENWOOD, P. L.; BELL A.W. Prenatal nutrition influences on growth and development of ruminants. **Recent Advances in Animal Nutrition in Australia**, Sidney, v. 14, n. 4, p. 57-73, 2003.

GREENWOOD, P. L.; HUNT, A.S.; HERMANSON, J. W.; BELL, A.W. 1998. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: I. body growth and composition, and some aspects of energetic efficiency. **Journal Animal Science**, Savoy. v. 76, n. 4, p. 2354-2367, 1998.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. Tradução: original Renato Campanarut Barnabé - Barueri, SP. 7ª ed, 2004, 513p.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, Oxford. v. 81, n. 3, p. 3226-3232, 2003.

HÄRTER, C. J.; LIMA, L. D.; CASTAGNINO, D. S.; RIVERA, A. R.; NUNES, A.M.; SOUSA, S. F.; LIESEGANG, A.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Mineral metabolism of pregnant goats under feed restriction. **Animal Production Science**, Sidney. v. 57, n. 3, p. 290–300, 2016.

HÄRTER, C. J.; SILVA, H. G. O.; LIMA, L.D.; CASTAGNINO, D.; RIVERA, A. R.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Energy and protein requirements for maintenance of dairy goats during pregnancy and their efficiencies of use. **Journal of Animal Science**, Savoy. v. 95, n. 6, p. 4181-4193, 2017.

HUY, A. 2005. Biochemical tests in pregnancy. **Australian Prescriber**, Sidney. v. 28, n. 7, p. 98-101.

ISMAIL, Z. A.; AL-MAJALI, A. M.; AMIREH, F.; AL-RAWASHDEH, O. F. Metabolic profiles in goat does in late pregnancy with and without subclinical pregnancy toxemia. **Veterinary Clinical Pathology**, Winterthur. v. 37, n. 6, p. 434-437, 2008.

KALHAN, S. C. Protein metabolism in pregnancy. **American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville. v. 71, n. 6, p. 1249-1255, 2000.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. 2008. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 6th Academic Press, San Diego, p. 916.

KONYALI, A.; TÖLÜ, C.; DAS, G.; SAVAS, T. Factors affecting placental traits and relationships of placental traits with neonatal behaviour in goat. **Animal Reproduction Science**, Wooster. v. 97, n. 4, p. 394-401, 2007.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 57, n. 6, p. 347–358, 1996.

LIDEN, D. S.; KEMYON, P. R.; BLAIR, H. T.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; JENKINSONS, C. M. C.; PETERSON, S. W.; MACKENZIE, D. D. S. Effects of ewe size and nutrition on fetal mammary gland development and lactational performance of offspring at their first lactation. **Journal of Animal Science**, Savoy. v. 87, n. 6, p. 3944-3954, 2009.

LU, C. D.; KAWAS, J. R.; MAHGOUB, O. G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 45-52, 2005.

MENEZES, D. R.; COSTA, R. G.; ARAÚJO, G. G. L.; PEREIRA, L. G. R.; OLIVEIRA, P. T. L.; SILVA, A. E. V. N.; VOLTOLINI, T. V.; MORAES, S. A. Blood, liver and rumen parameters of sheep fed diets containing detoxified castor bean meal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 47, n. 103-110, 2012.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. Gaithersburg, v. 85, n. 3, p. 1217–1240, 2002.

MORAND-FEHR, P. Recent developments in goat nutrition and application: A review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 60, n. 1, p. 25-43, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL—NRC, 2007. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. National Academy Press, Washington, DC.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 71, n. 3, p. 2051-2069, 1988.

OLIVEIRA, F. M.; OLIVEIRA, G. J. C.; OLIVEIRA, M. L. A.; JAEGER, S. M. P. L.; ALMEIDA, L. H. S.; NERY, I. B. Q.; LEITE, L. C. Intake and digestibility of nutrients in sheep fed fodder salt of faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 3, p. 497-507, 2016.

POMPEU, R. C. F. F.; CANDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S.; BOMFIM, M. A. D.; CARNEIRO, M. S. S.; ROGÉRIO, M. C. P.; SOMBRA, W. A.; LOPES, M. N. Performance and carcass traits of sheep in feedlot and fed diets containing detoxified castor cake replacing soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 41, n. 6, p. 726-733, 2012.

RADIN, L.; ŠIMPRAGA, M.; VINCE, S.; KORTELIĆ, A.; MILINKOVIC-TUR, S. Metabolic and oxidative status of Saanen goats of different parity during the peripartum period. **Journal of Dairy Research**, Cambridge. v. 82, n. 5, p. 426-433, 2015.

RADIN, L.; VUGROVEČKI, A. S.; HLEDE, J. P.; VINCE, S.; LJUBIČIĆ, I.; ŠIMPRAGA, M. Blood metabolites of extensively reared Croatian multi-coloured goats during early lactation and early gravidity. **Veterinarski Arhiv**, Zagreb. v. 87, n. 5, 273-280, 2017.

RODRÍGUEZ, C.; CASTRO, N.; CAPOTE, J.; MORALES-DELANUEZ, A.; MORENO-INDIAS, I.; SÁNCHEZ-MACÍAS, D.; ARGÜELLO, A. Effect of colostrum immunoglobulin concentration on immunity in Majorera goat kids. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 92, n. 3, p. 1696-1701, 2009.

SAS INSTITUTE, 2005. **SAS system for Windows**: versão 9.4. SAS Institute, Cary.
SILVA, S. L.; FAGLIARI, J. J.; BAROZA, P. F. J.; CESCO, F. T. R. S.; JORGE, R. L. N. Evaluation of passive immunity in newborn goats feeding with goat and cow colostrum. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal. v. 23, n. 4, p. 81-88. 2007.

SMITH M. C.; SHERMAN D.M. 2009. **Goat Medicine**. 2nd ed. Lea and Febiger, Philadelphia. 871p

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, Savoy. v. 70, n. 6, p. 3562-3577, 1992.

SUTTLE, N.F. 2010. **The mineral nutrition of livestock**. Neville F. Suttle. 4th ed. CABI International. Wallingford, UK. 2010.

TORREÃO, J. N. C.; ROCHA, A. M.; MARQUES, C. A. T.; BEZERRA, L. R.; GOTTARDI, F. P.; ARAÚJO, M. J.; SOUZA JÚNIOR, E. L.; OLIVEIRA, R. L. Concentrate supplementation during pregnancy and lactation of ewes affects the growth rate of lambs from a variety of crosses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 43, n. 3, p. 544-550, 2014.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 8, n. 7, p. 2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 74, n. 5, p. 3583-3597, 1991.

WEISS, W.P. 1999. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Proc. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Cornell University, Ithaca, USA. pp. 176-185.

YOUSFI, I.; BEN SALEM, H.; AOUADI, D.; ABIDI, S. Effect of sodium chloride, sodium sulfate or sodium nitrite in drinking water on intake, digestion, growth rate, carcass traits and meat quality of Barbarine lamb. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 143, n. 4, p. 43-52, 2016.

ZAMBOM, M. A.; ALCALDE, C. R.; SILVA, K. T.; MACEDO, F. A. F.; SANTOS, G. T.; BORGHI, E. L.; BARBOSA, E. D. Effects of different forage: concentrate ratios on intake, digestibility, and milk yield of Saanen goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 34, n. 5, p. 2505-2514, 2005.

7 CAPÍTULO VI: COMPORTAMENTO INGESTIVO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CABRAS ALIMENTADAS COM TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA EM DIFERENTES FASES GESTACIONAIS

RESUMO

Avaliou-se a influência da substituição do farelo de soja (FS) pela torta de mamona destoxificada (TMD) sobre o comportamento alimentar e parâmetros fisiológicos de cabras gestantes e alimentadas com dietas contendo TMD por soluções alcalinas em regime de confinamento durante as fases gestacionais (dois primeiros terços e terço final). Três dietas foram fornecidas aos animais experimentais: uma à base de farelo de soja, e outras duas com torta de mamona destoxificada (TMD) com hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) e hidróxido de sódio (NaOH). Utilizou-se 18 cabras das raças Saanen (9) e Anglo Nubiana (9), primíparas, não lactantes, com idade aproximada de 12 meses, peso corporal inicial de $42,08 \pm 5,33$ kg e condição de escore corporal de $3,6 \pm 0,3$, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdividas no tempo, ficando nas parcelas as fases gestacionais e nas subparcelas as dietas. As cabras alimentadas com TMD NaOH apresentaram os menores consumos, tanto de MS quanto de FDNcp ($P < 0,05$). Essa variação no CMS influenciou diretamente no tempo de alimentação, onde observou-se que as cabras alimentadas com TMD NaOH passaram menos tempo nessa atividade (294,19 minutos/dia), as quais dedicaram-se mais tempos em outras atividades (152,91 minutos/dia). Em relação as fases gestacionais, observou-se que houve efeito ($P > 0,05$) sobre os consumos de MS, FDNCP, tempo de alimentação, ruminação, ócio e em outras atividades. De forma geral, as cabras diminuíram o consumo no terço final de gestação. A torta de mamona destoxificada com hidróxido de sódio reduz o consumo de matéria seca e a eficiência de alimentação das cabras durante a gestação. Os parâmetros fisiológicos são influenciados tanto pelas dietas quanto pelas fases gestacionais, porém sem alterações negativas que indiquem estresse ou desconforto animal.

Palavras-chave: Consumo de água. Eficiência alimentar. Idade gestacional. *Ricinus communis*, Soluções alcalinas destoxificantes.

ABSTRACT

We evaluated the influence of the substitution of soybean meal (SM) by detoxified castor cake (DCC) on the feeding behavior and physiological parameters of pregnant goats and fed with diets containing DCC by alkaline solutions in confinement regime during the stages of pregnancy (first two thirds third and final). Three diets were provided to the experimental animals: a herbal of soybean meal, and two others with detoxified castor (DCC) with calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) and sodium hydroxide (NaOH). We used 18 Saanen goats of breeds (9) and Anglo Nubian (9), non-lactating primiparous, aged approximately 12 months, initial body weight of 42.08 ± 5.33 kg of body condition score of 3.6 ± 0.3 , distributed in a completely randomized design, in plots subdivided in time, getting in plots the stages of pregnancy and in the subplots the diets. The goats fed with TMD NaOH showed the lowest fuel intake, both DM and NDFap ($P < 0.05$). This variation in DMI directly influence at the time of supply, where we observed that the goats fed with DCC NaOH spent less time in this activity (294.19 minutes/day), which spent more time on other activities (152.91 minutes/day). In relation to the gestational phase, we observed that there was no effect ($P > 0.05$) on the intake of DM, NDFap, feeding time, rumination, idle and other activities. In general, the goats decreased intake in the final third of pregnancy. The detoxified castor with sodium hydroxide reduces the dry matter intake and feed efficiency of goats during pregnancy. The physiological parameters are influenced both by the diets as the stages of pregnancy, but without negative changes indicating that animal stress or discomfort.

Keywords: Consumption of water, feed efficiency, gestational age, *Ricinus communis*, destoxicantes alkaline solutions.

7.2 INTRODUÇÃO

O confinamento de cabras produtoras de leite visa aumentar a produção e diminuir os problemas ocasionados durante certas épocas do ano, principalmente nas áreas onde há grande variação na distribuição das chuvas, como na região semiárida brasileira. Diante disso, é notório que o fornecimento de dietas balanceadas aumenta a produtividade, porém aumenta também os custos com insumos e instalações. Tais gastos são maiores ainda quando as cabras não estão em fase produtiva, ou seja, secas ou gestantes primíparas.

Na tentativa de contornar essa situação, muitas pesquisas têm focado na utilização de alimentos alternativos, entre os quais pode-se destacar os oriundos da indústria do biodiesel (DINIZ et al., 2011; MENEZES et al., 2012; POMPEU et al., 2012 e NICORY et al., 2015). Destes alimentos, a torta de mamona merece destaque devido seu elevado teor de proteínas. Entretanto, a presença de fatores antinutricionais como a ricina, ricinina, *ricinus aglutinina* e complexos alergênicos a torna imprópria para alimentação animal, porém após processo de destoxificação (ANANDAN et al., 2005) esse problema pode ser contornado, apresentando, assim, grande potencial para regiões onde os alimentos tradicionais são escassos.

As pesquisas mostram que o manejo alimentar inadequado nesta fase poderá limitar o tamanho da placenta, o crescimento do feto, o depósito de gordura e, de modo consequente, a redução das reservas para sobrevivência pós-natal da cria e o desenvolvimento do úbere materno com redução na produção de colostro e leite (MELLOR, 1983). Tais resultados têm implicações importantes no bem-estar animal, demonstrando que o manejo negativo pode afetar tanto a produção de leite das matrizes quanto das crias (BAXTER et al., 2016), haja vista que pode comprometer o comportamento alimentar e a fisiologia relacionada ao estresse da prole por até 2 anos de idade (LAPORTE-BROUX et al., 2012).

Neste sentido, as cabras gestantes carecem de atenção especial, pois os nutrientes exigidos pelo organismo da fêmea nesta fase atenderão à manutenção do corpo e os nutrientes que serão direcionados ao útero grávido e glândula mamária, sendo que ao longo da gestação há uma grande variação nas exigências devido ao crescimento do feto (HAFEZ & HAFEZ, 2004). Compreender o comportamento alimentar das cabras nesta fase é de suma importância.

Desta forma, a realização de pesquisas na fase de gestação é justificável, haja vista que a gestação é uma etapa importante na vida do animal e pode afetar todo o rebanho leiteiro. Sendo assim, considerando a importância da dieta sobre o período gestacional, e a possibilidade de utilização de subprodutos da cadeia do biodiesel em dietas de ruminantes na região semiárida brasileira, objetivou-se avaliar a influência da torta de mamona destoxificada por soluções

alcalinas sobre o comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de cabras Saanen e Anglo Nubiana em confinamento durante as fases gestacionais.

7.3 MATERIAL E MÉTODOS

7.3.1 Área experimental e período de ensaio

O trabalho foi conduzido no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°44'57,42" sul e 40°20'43,50" oeste) localizado na cidade de Sobral-CE, Brasil, no período compreendido entre junho a novembro de 2016. Todos os procedimentos envolvendo animais foram realizados de acordo com os regulamentos da Comissão de Ética no Uso de Animais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa com Caprinos, protocolo N° 005/2015. Todos os ensaios foram realizados em duas ocasiões, a primeira quando as cabras encontravam com 30 a 100 dias de gestação (primeiro e segundo terço) e a segunda dos 110 a 140 dias gestacionais, representando o terço final de gestação.

7.3.2 Animais, delineamento experimental e dietas

Foram utilizadas 18 cabras, sendo 9 da raça Saanen e 9 Anglo Nubiana, ficando em cada tratamento seis cabras, três Saanen e três Anglo Nubiana, consistindo em quatro cabras com gestação dupla e duas de gestação simples, com peso corporal de $42,08 \pm 5,33$ kg e condição de escore corporal de $3,6 \pm 0,3$ segundo classificação de Morand-Fehr (2005). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas no tempo, ficando nas parcelas as fases gestacionais e nas subparcelas as dietas. Antes do período experimental, as cabras foram avaliadas em outro estudo onde foi analisado o desempenho durante fase de crescimento com uso da torta de mamona, portanto, as cabras já estavam adaptadas aos alimentos utilizados, mudando apenas a proporção dos ingredientes devido às exigências da categoria em avaliação.

Em condições pré-experimentais, o manejo reprodutivo adotado envolveu cio natural, com duração média da estação de monta de 30 dias. Uma vez identificado o cio, a cobertura foi realizada por monta natural direcionada. Para tanto, foram utilizados reprodutores da mesma raça, sem nenhum grau de parentesco com as matrizes. A partir da cobertura, as cabras foram alocadas em baias individuais, suspensas e com piso ripado de 5,06 m², sendo 2,87 m² de área composta por solário de piso batido, providas de bebedouros, comedouros e saleiros. Aos 35 dias de gestação da última cobertura, foi realizada a confirmação da gestação de todas as cabras, com o uso de aparelho ultrassonográfico KX 5000[®]. Aos 96 dias de gestação o acesso ao solário

foi fechado com telas de proteção devido à grande inclinação da rampa de acesso, ficando com 2,19 m² por baía.

A aferição do peso vivo foi realizada quinzenalmente em balança adequada. Os animais foram pesados sempre no mesmo horário e em jejum. Os tratamentos consistiram de três dietas, uma formulada com milho e farelo de soja (FS) e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD Ca(OH)₂) e outra composta por torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio (TMD NaOH), ambas em substituição total do farelo de soja, sendo isoprotéicas e isoenérgicas e como volumoso foi utilizado o feno de capim-tifton-85.

Os animais foram alimentados com dieta balanceada para atender as exigências de cabras gestantes com dois fetos, de acordo com o NRC (2007) para cabras com peso corporal de 42 kg e em início gestacional. A composição química dos alimentos está apresentada na tabela 1 e a proporção dos ingredientes e a composição química das dietas encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Item (g/kg de matéria seca)	Ingredientes				
	Feno	Milho	FS ^a	TMD ^b	TMD ^c
Matéria seca (g kg de matéria fresca)	872,5	889,2	870,2	904,2	904,8
Matéria orgânica	911,3	965,9	956,9	867,7	855,6
Matéria mineral ^d	88,7	34,1	43,1	132,3	144,4
Proteína bruta	104,1	79,5	443,3	315,4	309,0
Proteína insolúvel em detergente neutro	26,98	30,23	131,75	100,27	102,74
Proteína insolúvel em detergente ácido	12,26	20,92	40,03	48,79	49,35
Extrato etéreo	14,5	36,8	28,8	52,1	47,5
Carboidratos totais	792,8	845,7	484,7	500,1	492,6
Carboidratos não fibrosos	277,8	722,4	320,8	103,9	132,4
Fibra em detergente neutro	722,7	184,6	217,8	483,4	443,5
FDN corrigido para cinzas e proteína	514,9	123,2	163,8	396,1	360,1
Fibra em detergente ácido	472,2	69,0	117,9	379,2	388,7
Lignina	60,6	8,8	12,2	50,7	46,1
Nutrientes digestíveis totais	546,8	848	822,5	620,5	627,9

^a Farelo de soja

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas.

Ingrediente (g/kg MS)	Dietas		
	Dieta padrão	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
	Proporção dos ingredientes		
Feno de capim-tifton 85	433,10	421,70	509,10
Milho moído	528,00	529,20	380,30
Farelo de soja	33,50	-----	-----
Torta de mamona destoxificada	-----	49,10	61,50
Óleo de soja	-----	-----	44,4
Calcário	5,4	-----	4,7
Premix mineral ^a	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>
Composição química			
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	879,10	885,43	850,96
Matéria orgânica	942,14	938,06	933,00
Matéria mineral	57,86	61,94	67,00
Proteína bruta	101,11	100,73	100,35
Extrato etéreo	26,72	28,20	28,74
Carboidratos totais	806,14	806,43	755,84
Carboidratos não fibrosos	512,52	504,58	424,65
Fibra em detergente neutro	417,80	426,23	465,43
FDN corrigido para cinza e proteína	293,62	301,86	331,19
Ligninas	31,33	32,73	37,06
Nutrientes digestíveis totais	712,16	709,86	702,21

^aComposição (nutrientes/kg de suplemento): Cálcio: 218g; Fósforo: 71g; Enxofre: 20g; Magnésio: 20; Potássio: 28,20; Cobalto: 30; Selênio: 15,30; Zinco: 1,70mg; Flúor: 710mg; Vitamina A: 135.000 UI/kg; Vitamina D3: 68.000 UI/kg; Vitamina E: 450 UI/kg.

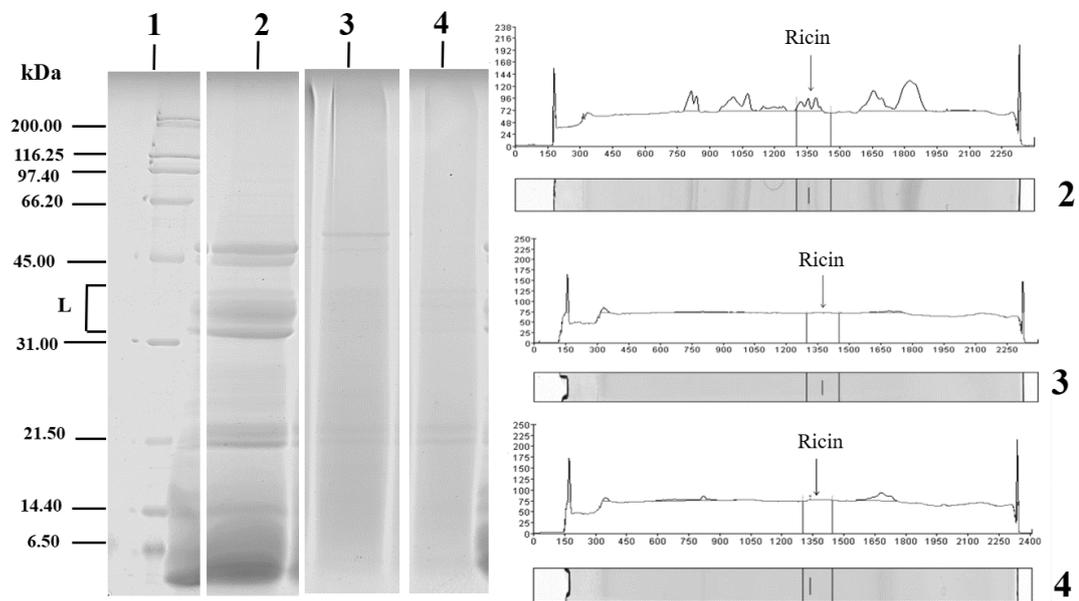
7.3.3 Destoxificação e medição de ricina

A torta de mamona utilizada foi obtida por prensagem mecânica, utilizando temperaturas entre 90 e 100 °C, da semente de mamona, para obtenção do óleo de rícino. Para a destoxificação da torta de mamona bruta foram utilizados dois produtos alcalinos, hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) e hidróxido de sódio (NaOH) nas proporções de 90 e 60 g/kg de torta, respectivamente. Para a diluição e eficácia dos reagentes, foi utilizado 2000 ml de água/kg de torta de mamona bruta. A torta foi destoxificada através da adaptação de um misturador semiautomático para homogeneização da solução destoxificante. Para a mistura da solução foi utilizada uma betoneira estacionária (Fischer[®] MOB 400 G2), equipada com motor trifásico.

Após três horas de mistura na betoneira (dez minutos misturando e trinta minutos em repouso, alternadamente) a torta foi colocada sobre uma lona plástica, ao ar livre, por um período de 48 horas sendo constantemente revolvida para uma secagem de forma homogênea. Depois de seca, a torta foi triturada em máquina forrageira com crivo de 8 mm, para permitir a redução no tamanho do material e facilitar a sua homogeneização com os demais ingredientes.

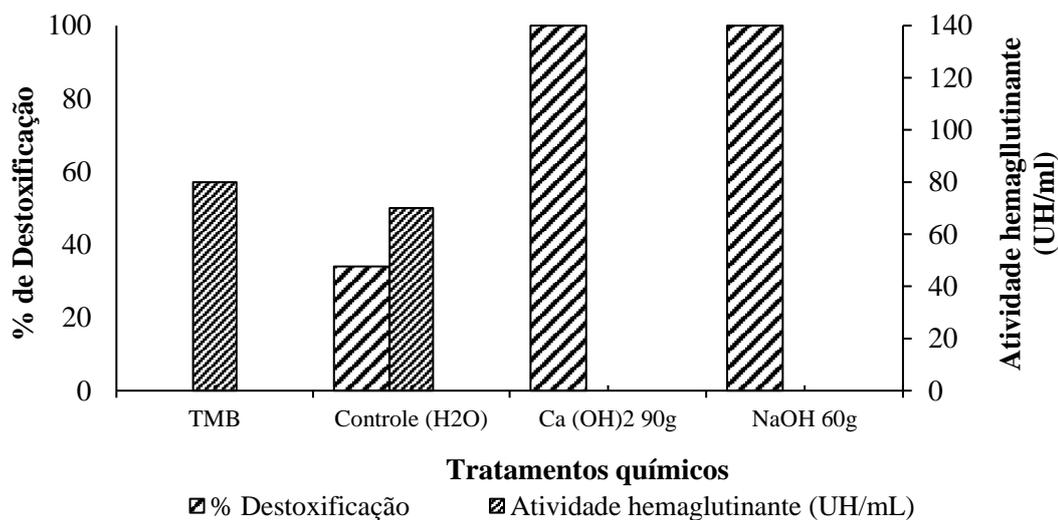
Para confirmação da destoxificação foram feitos bioensaios de hemaglutinação e análises por eletroforese em SDS-PAGE através da confirmação do desaparecimento das bandas de ricina, para garantir que a torta estivesse destoxificada (Figura 1).

Figura 1 - Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).



Os bioensaios foram realizados com soluções contendo hemácias de coelho para avaliar a presença ou não da *ricinus aglutinina*. Dos tratamentos testados, observou-se que as concentrações de 90 g de Ca(OH)_2 e 60 g de NaOH destoxificaram 100% da ricina presente nas tortas de mamonas, confirmadas através de densitometria, utilizando o software ImageJ (National Institutes of Health, USA), ratificada pela avaliação da atividade hemaglutinante, a qual foi negativa (Figura 2). Portanto, foram utilizadas essas duas concentrações para destoxificar a torta bruta, visando a formulação das dietas.

Figura 2 - Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.



7.3.4 Manejo e coleta de dados

Nos dias dos ensaios de comportamento, as dietas foram fornecidas às 08:00 e 16:00 horas, de forma a permitir 10% do fornecimento em sobras. Foram colhidas amostras do fornecido, tanto do volumoso quanto do concentrado, bem como das sobras no dia seguinte, os quais foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer à -18 °C. Nas amostras de alimentos (sobras e fornecido) foram determinados os teores de MS (método nº 934.01) e FDN. Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinzas residuais (MERTENS, 2002).

Para a formulação das dietas, foram analisadas as amostras de alimentos e determinados os teores de MS (método nº 934.01), matéria orgânica (método nº 942.05), proteína bruta (método nº 954.01), extrato etéreo (método nº 920.39) de acordo com a AOAC (2003). A estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foi feita conforme Licitra et al. (1996). As ligninas foram obtidas com o resíduo do FDA tratado com ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST et al., 1991). O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado com adaptação ao proposto por Hall (2003). O teor de

carboidratos totais (CT) e não fibrosos (CNF) pelos cálculos descritos por Sniffen et al. (1992). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo Weiss (1999).

As observações do comportamento alimentar foram realizadas de modo instantâneo a intervalos de 10 minutos (ingestão de ração, ruminação, outras atividades e ócio, consideradas como atividades contínuas) durante 24 horas. No decorrer da noite, o ambiente foi mantido com iluminação artificial. Além disso, no intervalo entre duas observações, foi acompanhada a frequência de ingestão de água, micção e defecação, consideradas atividades pontuais. No dia seguinte, foram feitas coletas durante três períodos de duas horas (08:00 às 10:00, 14:00 às 16:00 e 18:00 às 20:00 horas) para estimar o número de mastigações meréricas por bolo ruminal (MMnb) e o tempo despendido de mastigação merérica por bolo ruminal (MMtb), utilizando cronômetro digital. A eficiência alimentar da MS e FDN e a eficiência de ruminação da MS e da FDN, bem como o tempo de mastigação total, seguiu-se a metodologia citada por Bürger et al. (2000).

A frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal e temperatura superficial corpórea foram aferidos, nesta ordem, a fim de diminuir a influência do estresse de contenção física, durante três dias consecutivos, nos seguintes horários: 07:00 às 08:00 horas, 12:00 às 13:00 horas e 18:00 às 19:00 horas. A temperatura retal foi mensurada através da introdução de um termômetro clínico digital (Techline[®] TS-101PM), com escala de até 42,90 °C, introduzido diretamente no reto do animal, permanecendo por um período de estabilização até o disparo do sinalizador e o resultado expresso em graus centígrados.

A temperatura superficial corporal correspondeu à média aritmética das temperaturas obtidas em cinco regiões determinadas no corpo das cabras: temperatura superficial da frente, do pescoço, do lombo, do costado e do ventre, com auxílio de um termômetro infravermelho digital (ICEL-Manaus[®]– TD-950). As frequências respiratórias foram obtidas com o auxílio de estetoscópio flexível, colocado ao nível da região laringo-traqueal, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos e o valor obtido multiplicado por quatro, sendo expressos em movimentos por minuto (movimentos/minutos). O mesmo aparelho foi utilizado para aferir a frequência cardíaca. Para tanto, foi colocado entre o terceiro e quarto espaço intercostal, próximo à articulação costochondral, durante um minuto, com valores expressos em batimentos por minuto (batimentos/minutos).

7.3.5 Análise estatística

Inicialmente os dados foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilks) e de homocedasticidade (Levene) e, atendida as pressuposições, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As análises foram realizadas a partir do seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde Y_{ijk} é a variável dependente correspondente à observação experimental; μ é a média geral; α_i é o efeito fixo das dietas; β_j é o efeito fixo da fase gestacional; $(\alpha\beta)_{ij}$ é o efeito de interação; e e_{ijk} é o erro aleatório, assumindo uma distribuição normal. A interação entre dieta e fase gestacional foi desdobrada somente quando significativa a 5% de probabilidade. Para avaliar os efeitos de dieta e fase gestacional, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS, versão 9.4 (SAS INSTITUTE, 2005).

7.4 RESULTADOS

Observou-se efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre os consumos de MS e de FDN_{CP}, além dos tempos de alimentação e destinado a outras atividades (Tabela 3). As cabras alimentadas com TMD NaOH apresentaram os menores consumos, tanto de MS (1027,95 g/dia) quanto de FDN_{CP} (370,12 g/dia). Essa variação no CMS influenciou diretamente no tempo de alimentação, onde observou-se que as cabras alimentadas com TMD NaOH passaram menos tempo nessa atividade (294,19 minutos/dia), as quais dedicaram-se mais tempos a outras atividades (152,91 minutos/dia). Em relação as fases gestacionais, observou-se que houve efeito ($P > 0,05$) sobre os consumos de MS, FDN_{CP}, tempo de alimentação, ruminação, ócio e em outras atividades. De forma geral, as cabras diminuíram o consumo no terço final de gestação em 556,43 e 277,11 g/dia para a MS e FDN_{CP}, respectivamente. Seguindo a mesma tendência, observou-se diminuição no tempo de alimentação e destinados a outras atividades, ao contrário do tempo de ruminação e ócio, que aumentaram no terço final de gestação.

Tabela 3 - Comportamento alimentar de cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.

Fase gestacional	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Fase	D x F
Consumo de MS (g/dia)							
Dois terços	1512,97	1449,17	1280,41	1414,18A	**	**	0,121
Terço final	911,92	885,84	775,49	857,75B			
Média	1212,44a	1167,50a	1027,95b				
Consumo de FDN _{CP} (g/dia)							
Dois terços	608,61	599,75	481,32	563,23A	**	**	0,056
Terço final	313,04	286,40	258,93	286,12B			
Média	460,82a	443,09a	370,12b				
Tempo de alimentação (minutos/dia)							
Dois terços	401,61	403,45	348,37	384,48A	**	**	0,654
Terço final	300,15	301,65	240,00	280,60B			
Média	350,88a	352,55a	294,19b				
Tempo de ruminação (minutos/dia)							
Dois terços	343,31	315,00	311,62	323,31B	0,097	**	0,134
Terço final	716,63	750,00	790,17	752,27A			
Média	529,97	532,50	550,90				
Tempo em ócio (minutos/dia)							
Dois terços	343,32	315,00	301,62	319,98B	0,210	**	0,154
Terço final	516,71	535,00	583,35	545,02A			
Média	430,02	425,00	442,49				
Outras atividades (minutos/dia)							
Dois terços	178,32	186,68	196,63	187,21A	**	**	0,332
Terço final	80,00	75,14	108,33	87,82B			
Média	129,16b	130,91b	152,48a				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se que as dietas influenciaram ($P < 0,05$) a eficiência alimentar e de ruminação, tanto da MS quanto da FDN, além do número de bolos ruminais (Tabela 5). As cabras que receberam a dieta a base de TMD NaOH apresentaram menor eficiência alimentar da MS (150,43 g MS/hora), FDN (61,69 g FDN/hora) e menor eficiência de ruminação da MS (171,32 g MS/hora) e FDN (61,69 g FDN/hora), esta última não diferiu da eficiência apresentada pelas cabras que consumiram a dieta a base de TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (73,84 g FDN/hora). Da mesma forma, as cabras alimentadas com dieta a base de TMD NaOH apresentaram a menor quantidade de bolos ruminais diários (570 bolos/dia), porém não diferiram das cabras que foram alimentadas com a dieta contendo TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (649,79 bolos/dia), que por sua vez foram iguais as cabras que consumiram a dieta padrão.

Tabela 4 - Eficiência alimentar e ruminal em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.

Fase gestacional	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Fase	D x F
Eficiência alimentar da MS (g MS/hora)							
Dois terços	221,41	212,07	187,37	206,95A	**	**	0,751
Terço final	133,45	129,63	113,48	125,52B			
Média	177,43a	170,85a	150,43b				
Eficiência alimentar da FDN (g FDN/hora)							
Dois terços	89,06	87,76	70,43	82,42A	**	**	0,864
Terço final	45,81	41,91	37,89	41,87B			
Média	67,43a	64,83a	54,16b				
Eficiência de ruminação MS (g MS/hora)							
Dois terços	252,16	241,53	213,40	235,69A	**	**	0,979
Terço final	151,99	147,64	129,24	142,95B			
Média	202,07a	194,58a	171,32b				
Eficiência ruminação FDN (g FDN/hora)							
Dois terços	52,17	47,73	43,15	47,68B	**	**	0,641
Terço final	101,43	99,96	80,22	93,87A			
Média	76,80a	73,84b	61,69b				
Tempo de mastigação total (horas/dia)							
Dois terços	11,97	11,64	11,78	11,80B	0,491	**	0,923
Terço final	17,28	17,25	17,08	17,20A			
Média	14,53	14,44	14,53				
Número de bolos ruminais (bolos/dia)							
Dois terços	864,86	717,87	626,85	736,53A	*	*	0,487
Terço final	742,36	581,71	514,51	612,86B			
Média	803,61a	649,79ab	570,68b				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Em relação ao efeito das fases sobre as eficiências, observou-se que no terço final de gestação as eficiências diminuíram de forma acentuada, com exceção da eficiência de ruminação da FDN e tempo de mastigação total que aumentaram ($P < 0,05$) na fase final.

Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre as frequências de ingestão de água e micções diárias. As cabras que consumiram a dieta TMD NaOH ingeriram água cerca de 6,50 vezes/dia (Tabela 5). Da mesma forma, as cabras que receberam a dieta a base desta TMD, urinaram cerca de 6,91 vezes/dia, seguidas pelas cabras alimentadas com FS e TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$, com valores de 5,25 e 3,66 vezes/dia, respectivamente. Em relação ao efeito das fases gestacionais, observou-se que somente a ingestão de água foi influenciada ($P < 0,05$), sendo que durante o

terço final as cabras foram aos bebedouros cerca de cinco vezes por dia, em detrimento das 3,66 vezes durante os dois terços iniciais.

Tabela 5 - Frequência de ingestão de água, micções e defecações por cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.

Fase gestacional	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Fase	D x F
	Ingestão de água (vezes/dia)						
Dois terços	3,00	2,82	5,16	3,66B	**	**	0,067
Terço final	3,66	3,50	7,82	5,00A			
Média	3,33b	3,16b	6,50a				
	Micções (vezes/dia)						
Dois terços	4,66	3,50	6,33	4,83	**	0,089	0,742
Terço final	5,83	3,83	7,50	5,72			
Média	5,25b	3,66c	6,91a				
	Defecações (vezes/dia)						
Dois terços	4,16	3,50	3,82	3,83	0,624	0,092	0,748
Terço final	4,50	4,33	5,00	4,61			
Média	4,33	3,91	4,41				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para os parâmetros fisiológicos avaliados, observou-se que as dietas influenciaram ($P < 0,05$) a frequência cardíaca e a temperatura retal (Tabela 6). As cabras alimentadas com FS apresentaram maior frequência cardíaca (95,92 batimentos/minutos) e temperatura retal (40,61 °C). Em relação as fases gestacionais, observou-se que no terço final de gestação, as cabras aumentaram a frequência cardíaca e temperatura retal, mas diminuíram a frequência respiratória.

Tabela 6 - Frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal e temperatura superficial corpórea em cabras gestantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja durante as fases gestacionais.

Fase gestacional	Dieta			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Fase	D x F
	Frequência cardíaca (batimentos/min)						
Dois terços	95,08	80,29	86,33	87,23B	*	**	0,065
Terço final	96,75	93,79	92,41	94,32A			
Média	95,92a	87,04b	89,37b				
	Frequência respiratória (movimentos/min)						
Dois terços	40,20	39,36	39,93	39,83A	0,067	**	0,543
Terço final	39,32	38,46	39,05	38,94B			
Média	39,76	38,91	39,49				
	Temperatura retal (°C)						
Dois terços	40,03	39,98	39,81	39,94B	*	**	0,108
Terço final	41,18	40,97	41,14	41,10A			
Média	40,61a	40,48b	40,48b				
	Temperatura superficial corpórea (°C)						
Dois terços	37,61	37,59	37,59	37,59	0,254	0,087	0,243
Terço final	37,43	37,41	37,07	37,30			
Média	37,52	37,5	37,33				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

7.5 DISCUSSÃO

Provavelmente os menores consumos de MS e FDNcp pelas cabras alimentadas com TMD NaOH estão relacionados ao teor de sódio na torta de mamona destoxificada por esse produto alcalino (Tabela 1), pois a maior inclusão de sódio na dieta de ruminantes proporciona um efeito autorregulador do consumo voluntário (YOUSFI et al., 2016), devido a mudanças na pressão osmótica no fluido do rúmen-retículo. O aumento da osmolaridade está associado com várias respostas fisiológicas que podem afetar a saciedade, diminuindo o consumo (ALLEN, 2000). Pode-se observar que a quantidade de sódio na TMD NaOH (Tabela 1) era 32,4 vezes superior em relação a dieta contendo TMD Ca(OH)₂, o que demonstra ainda mais esse efeito no controle do CMS, diminuindo também o tempo de alimentação dos animais (294,19 minutos/dia). Desta forma, os animais que consumiram a dieta com TMD NaOH dedicaram mais tempos em outras atividades (caminhar, observar brincar), haja vista que as atividades contínuas envolvidas com o comportamento alimentar são consideradas excludentes.

O NRC (2007) considera que há uma grande mudança no consumo durante a fase gestacional, e muitos estudos mostram tal efeito (TORREÃO et al., 2014), relacionando a diminuição à compressão do feto sobre o rúmen (FORBES, 2007). Desta forma, a diminuição no consumo observada no terço final, afetou diretamente o comportamento alimentar das

cabras. Pode-se observar que o tempo de alimentação e de ruminação apresentaram comportamento contrário, pois apesar das cabras diminuírem o tempo de alimentação, passaram menos tempo ruminando, algo incomum, porém natural, pois na tentativa de aumentar o máximo aproveitamento dos nutrientes consumidos, elas aumentam a ruminação diária (MELLADO et al., 2011). Neste mesmo período, as cabras mostraram-se mais ociosas. Este comportamento deve estar relacionado ao menor esforço físico durante este período devido ao máximo crescimento dos fetos (FORBES, 2007). O aumento do tempo em ócio pode até ser considerado algo benéfico às cabras em gestação, uma vez que animais em ócio refletem em redução nos gastos de energia (MISSIO et al., 2010), desta forma a redução no consumo pode ser, de certa forma, compensada pelo menor esforço e, conseqüentemente, menor gasto energético.

Sob outra perspectiva, esperava-se que a ruminação durante os dois terços iniciais de gestação fosse maior, haja vista que esse comportamento tem relação direta com o consumo de FDN, uma vez que o maior consumo de fibra, segundo Van Soest (1994), promove aumento no tempo de ruminação, devido à maior necessidade de processamento desta, fato este que não aconteceu. Oliveira et al. (2016), avaliaram a inclusão do farelo de mamona destoxificado por óxido de cálcio no comportamento ingestivo de cordeiros e observaram que o tempo de ruminação ficou acima de 500 minutos/dia, valores próximos aos observados pelas cabras alimentadas com as dietas avaliadas desta pesquisa. Palmieri et al. (2017) avaliaram o efeito da inclusão de farelo de mamona destoxificado em dietas de caprinos em crescimento e não observaram alterações nos tempos de alimentação, ruminação e ociosidade, porém, houve diminuição no consumo de matéria seca e na eficiência de ruminação da matéria seca.

O aumento eficiência de ruminação da FDN durante o terço final de gestação pode estar associado às mudanças na atividade mastigatória, comportamento que varia em caprinos como parte das adaptações que sofre quando aumenta a demanda nutricional (MELLADO et al., 2011). Tal fato é justificado pelo tempo de mastigação total, o qual aumentou em 324 minutos/dia, principalmente em função do aumento do tempo de ruminação, já que o tempo de alimentação durante o terço final diminuiu 103,88 minutos/dia. Pode-se inferir que o aumento da ruminação está relacionado à função de induzir ao decréscimo do tamanho das partículas no rúmen, fator relevante para a adesão bacteriana e assim o maior aproveitamento dos nutrientes oriundos das dietas, controlando, inclusive, o ambiente ruminal (GIGER-REVERDIN, 2018). Portanto, o aumento da eficiência de ruminação da FDN durante o terço final de gestação pode ser explicado pelo fato de que nesta fase as cabras em gestação buscam aproveitar ao máximo os nutrientes consumidos, dessa forma elas tentaram compensar o menor consumo de MS e

FDN, aumentando o tempo de ruminação durante esse período. A menor quantidade de bolos ruminais durante esse período (612,86 bolos/dia), porém com maior tempo de ruminação ratifica esta hipótese.

A maior frequência de ingestão de água pelas cabras alimentadas com a TMD NaOH está relacionada ao teor de sódio na TMD NaOH, pois como foi visto, a presença deste elemento em grande quantidade neste alimento (Tabela 1) reduziu o CMS (Tabela 3). Grande quantidade de sódio na dieta altera a tonicidade do meio ruminal, desbalanceando-o seu nível de sódio em relação aos demais órgãos do corpo do animal, acarretando um aumento da permeabilidade epitelial ao sódio, e secundariamente, à água, que induz a um aumento da tonicidade do líquido extracelular. Com isso há um aumento na frequência de ingestão de água para tentar diluir o sódio e assim tornar o meio isotônico em relação ao organismo como um todo (KOZLOSKI, 2011; MCKINLEY & JOHNSON, 2004).

Segundo Neiva et al. (2004) a frequência de ingestão de água tem correlação positiva com o consumo de MS. Nesta pesquisa, porém, observou-se que no terço final de gestação aconteceu o inverso, já que as cabras consumiram menores quantidades de MS durante esse período e apresentaram maior frequência de ingestão de água. Esse comportamento pode ser explicado pelo maior tempo de ruminação observado nesta fase gestacional (Tabela 4), pois é possível que o aumento da ruminação tenha estimulado maior fluxo de saliva, proporcionando maior taxa de diluição da MS ao nível de rúmen, influenciando maior frequência de ingestão de água.

O sódio atua no controle do metabolismo da água no organismo, estando diretamente relacionado a reabsorção renal de água (SUTLLE, 2010), algo muito importante em cabras gestantes, pois as proporciona melhores condições de produzir mais líquido placentário no interior de seus úteros gávidos (HÄRTER et al., 2016). Por outro lado, a maior frequência de ingestão de água proporcionou a estas cabras maior frequência de micção diária. Desta forma, pode-se inferir que essas cabras não tiveram maior perda de água através da urina, mas sim maior atividade hídrica em função do maior consumo. Já em relação ao aumento durante o terço final de gestação pode estar relacionada à elevação do consumo de nutrientes, que requer maior quantidade de água para as atividades metabólicas (SUTLLE, 2010).

A maior frequência cardíaca para os animais alimentados com a dieta FS deve estar ligada ao CMS, pois segundo Kolb (1980) a ingestão de grandes quantidades de alimento causa um aumento em até 3% na frequência cardíaca. Como foi visto na Tabela 3, os animais alimentados com esta dieta consumiram maiores quantidades de matéria seca, junto às cabras alimentadas com TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Apesar da variação observada, as cabras alimentadas com as TMD apresentaram frequência dentro do normal, que varia de 70 a 90 batimentos/minuto (KELLY,

1976), à exceção das que consumiram a dieta a base de FS (95,92 batimentos/minuto). De forma geral, a frequência cardíaca diminuiu durante o terço final de gestação. Essa redução está relacionada, não somente a diminuição no CMS, mas também às mudanças que ocorrem no sistema cardiovascular das cabras gestantes, sendo que durante os dois terços iniciais algumas alterações são necessárias para estabelecer adequado fluxo de sangue uterino que servirá para nutrição e aquecimento do feto (HEIDEMANN & MCCLURE, 2003), desta forma os batimentos cardíacos são mais frenéticos. Em contrapartida, durante o terço final, os músculos cardíacos se contraem de forma semelhante aos músculos esqueléticos, porém com duração muito mais longa. Esse processo envolve grande gasto de energia, pois o ritmo cardíaco é alterado de forma constante durante essas fases (LEHNINGER, 2002). Por outro lado, a frequência respiratória tende a diminuir próximo ao parto, porém com duração mais longa. Desta forma, a frequência respiratória diminuiu em 0,89 movimentos/minuto no terço final de gestação.

Provavelmente, o maior consumo de MS e tempo de ruminação (Tabela 3), em consonância com a menor frequência de ingestão de água, aumentou a temperatura interna das cabras que consumiram as dietas com FS e/ou TMD Ca(OH)_2 . Já as cabras que consumiram a dieta à base de TMD NaOH, tiveram menor incremento calórico, em consequência do menor consumo de MS e maior ingestão de água, dissipando assim o calor metabólico. A temperatura retal é um bom indicador do efeito das dietas sobre a energia produzida pelo metabolismo, pois o aumento na temperatura retal significa que o animal está estocando calor, e se este não é dissipado, o estresse calórico manifesta-se (CUNNINGHAM, 2014). Apesar das variações observadas, as cabras do experimento não sofreram estresse oriundo da dieta, pois segundo Kelly (1976), para caprinos em repouso, a referência fisiológica para esta variável é de 39,5 °C a 41,7 °C.

7.6 CONCLUSÃO

A torta de mamona destoxificada com hidróxido de sódio reduz o consumo de matéria seca e a eficiência de alimentação de cabras leiteiras durante a gestação. Durante o terço final de gestação, as cabras aumentam a eficiência de ruminação da FDN. Os parâmetros fisiológicos são influenciados tanto pelas dietas quanto pelas fases gestacionais, porém sem alterações negativas que indiquem estresse ou desconforto animal.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 83, n. 4, p. 1598-1624, 2000.
- ARAÚJO, R.A.; NEIVA, J. N. M.; POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; ROGÉRIO, M. C. P.; LUCAS, R. C.; MARANHÃO, S. R.; FONTINELE, R. G.; EGITO, A. S. Feeding behaviour and physiological parameters of rearing goats fed diets containing detoxified castor cake. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v. 39, n. 6, p. 2247-2260, 2018.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS—AOAC, 2003. **Official Methods of Analysis**, 17th 2nd rev. ed. Association of Analytical Chemists—AOAC, Gaithersburg, M. D, p. 1094.
- BAXTER, E. M.; MULLIGAN, J.; HALL, S. A.; DONBAVAND, J. E.; PALME, R.; ALDUJAILI, E.; ZANELLA, A. J.; DWYER, C. D. Positive and negative gestational handling influences placental traits and mother-offspring behavior in dairy goats. **Physiology & Behavior**, Zurich v. 157, n. 2, p. 129-138, 2016.
- BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P.R.; CASALI, A. D. P. Ingestive behavior in holstein calves fed diets with different concentrate levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 29, n. 2, p. 236-242, 2000.
- CUNNINGHAM, J. G. KLEIN, B.G., 2014. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 5. ed. Elsevier, Rio de Janeiro, p. 624.
- FORBES, J. M. 2007. **Voluntary food intake diet selection in farm animals**. 2.ed. CAB International, Cambridge, p. 453.
- GIGER-REVERDIN, S. Recent advances in the understanding of subacute ruminal acidosis (SARA) in goats, with focus on the link to feeding behaviour. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 163, n. 5, p. 24-28, 2018.
- GOMES, F. H. T.; CANDIDO, M. J. D.; CARNEIRO, M. S. S.; FURTADO, R. N. F.; PEREIRA, E. S. Intake, behavior and performance in sheep fed diets containing castor cake. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza. v. 48, n. 4, p. 182-190, 2017.
- HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. Tradução: original Renato Campanarut Barnabé - Barueri, SP. 7ª ed, 2004, 513 p.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, Oxford. v. 81, n. 3, p. 3226-3232, 2003.
- HÄRTER, C. J.; LIMA, L. D.; CASTAGNINO, D. S.; RIVERA, A. R.; NUNES, A. M.; SOUSA, S. F.; LIESEGANG, A.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Mineral metabolism of pregnant goats under feed restriction. **Animal Production Science, Sidney**. v. 57, n. 3, p. 290–300, 2016.
- HEIDEMANN, B. H.; MCCLURE, J. H. Changes in maternal physiology during pregnancy. **British Journal of Anaesthesia**, Londres. v. 3, n. 3, p. 65-68, 2003.

- KELLY, W.R. 1976. **Diagnóstico clínico veterinário**. 2. ed. Continental, Barcelona. p. 444.
- KOZLOSKI, G.V. 2011. **Bioquímica dos ruminantes**, 3. ed. UFSM, Santa Maria, p. 280.
- LAPORTE-BROUX, B.; DUVAUX-PONTER, C.; ROUSSEL, S.; PROMP, J.; CHAVATTE-PALMER, P.; PONTER, A.A. Restricted feeding of goats during the last third of gestation modifies both metabolic parameters and behaviour. **Livestock Science**, Amsterdam. v. 138, n. 3, p. 74-88, 2012.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 57, n. 6, p. 347–358, 1996.
- MCKINLEY, M.J.; JOHNSON, A.K. The physiological regulation of thirst and fluid intake. **News in Physiological Sciences**, New York. v. 19, n. 4, p. 1-6, 2004.
- MELLADO, M.; AGUILAR, C. N.; ARÉVALO, J. R.; RODRIGUEZ, A.; GARCIA, J. E.; MELLADO, J. Selection for nutrients by pregnant goats on the microphyll desert scrub. **Journal of Animal Science**, Savoy. v. 5, n. 8, p. 972-979, 2011.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. Gaithersburg, v. 85, n. 3, p. 1217–1240, 2002.
- MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. F.; FREITAS, L. S.; RESTLE, J. Ingestive behavior of feedlot finished young bulls fed different concentrate levels in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 39, n. 4, p. 1571-1578, 2010.
- MORAND-FEHR, P. Recent developments in goat nutrition and application: A review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 60, n. 5, p. 25-43, 2005.
- MORAND-FEHR, P.; DOREAU, M. Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à um stress de chaleur. **INRA Production Animal, Paris**. v. 14, n. 2, p. 15-27, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL—NRC, 2007. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. National Academy Press, Washington, DC.
- NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. T.; OLIVEIRA, S. M. P.; MOURA, A. A. A. N. Effects of environmental stress on physiological parameters of feedlot sheep in the Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 33, n. 6, p. 668-678, 2004.
- OLIVEIRA, H. C.; GARCIA, R.; ALMEIDA, V. S. S.; OLIVEIRA, A. C.; PIRES, A. J. V.; NASCIMENTO FILHO, C. S.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R.; OLIVEIRA, U. L. C. Feeding behavior of lambs fed castor meal. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v. 37, n. 1, p. 1451-60, 2016.
- PALMIERI, A. D.; CARVALHO, G. G. P.; TOSTO, M. S.; LEITE, V. M. L.; SANTOS, S. A.; BORJA, M. S.; AZEVÊDO, J. A. G.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; LEITE, L. C.; RUFINO, L. M. A. Feeding behavior of finishing goats fed diets containing detoxified castor meal, co-product of the biodiesel industry. **Tropical Animal Health and Production**, Amsterdam, v. 49, n. 6, p. 389-395, 2017.
- SAS INSTITUTE, 2005. **SAS system for Windows: versão 9.4**. SAS Institute, Cary.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, Savoy. v. 70, n. 6, p. 3562-3577, 1992.

SUTTLE, N. F. 2010. **The mineral nutrition of livestock**. Neville F. Suttle. 4th ed. CABI International. Wallingford, UK. 2010.

TORREÃO, J. N. C.; ROCHA, A. M.; MARQUES, C. A. T.; BEZERRA, L. R.; GOTTARDI, F. P.; ARAÚJO, M. J.; SOUZA JÚNIOR, E. L.; OLIVEIRA, R. L. Concentrate supplementation during pregnancy and lactation of ewes affects the growth rate of lambs from a variety of crosses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 43, n. 3, p. 544-550, 2014.

VAN SOEST, P. J. 1994. **Nutritional Ecology of the Ruminants**. 2. ed. Cornell University Press, Ithaca. p. 476.

YOUSFI, I.; BEN SALEM, H.; AOUADI, D.; ABIDI, S. Effect of sodium chloride, sodium sulfate or sodium nitrite in drinking water on intake, digestion, growth rate, carcass traits and meat quality of Barbarine lamb. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 143, n. 4, p. 43-52, 2016.

8 CAPÍTULO VII: VALOR NUTRITIVO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA

RESUMO

Objetivou-se avaliar o consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado, curvas de lactação, composição do leite e o perfil metabólico renal e hepático de cabras lactantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada (TMD) por soluções alcalinas em regime de confinamento durante 150 dias de lactação. Foram utilizadas dezoito cabras das raças Saanen e Anglo Nubiana, de primeira lactação, com idade aproximada de 17 meses, peso corporal de $43 \pm 2,97$ kg, distribuídas em delineamento de blocos ao acaso com seis repetições. Os tratamentos consistiram de três dietas, uma à base de farelo de soja (FS), e outras duas com TMD com hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) e hidróxido de sódio (NaOH). As dietas influenciaram ($P < 0,05$) os consumos de MS, PB, EE, FDN e NDT. Observou-se maior CMS para as cabras alimentadas com FS que não diferiu das cabras alimentadas com TMD Ca(OH)_2 . Não houve efeito ($P > 0,05$) das dietas sobre a digestibilidade da MS, PB, EE e FDN. Observou-se efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre os teores de nitrogênio consumido (NC) e urinário (NU). As cabras alimentadas com FS consumiram maior quantidade de nitrogênio, porém todas apresentaram o mesmo balanço nitrogenado, o que mostra que as alimentadas com as TMD foram eficientes. As dietas não influenciaram ($P > 0,05$) nos parâmetros renais e hepáticos, contudo os valores ficaram dentro dos padrões considerados normais para animais desta categoria e estado fisiológico. As cabras alimentadas com FS e TMD Ca(OH)_2 produziram maior quantidade de leite. Em resumo, as curvas de lactação mostraram maior persistência de lactação das cabras Saanen. De forma geral, observou-se que a TMD NaOH proporcionou aumento no teor de ácidos graxos desejáveis. Ambas tortas diminuem a produção de leite durante o período lactacional, porém a TMD NaOH proporcionou elevada eficiência produtiva. Apesar de ambas as tortas diminuírem o rendimento do leite, a TMD NaOH não alterou de forma negativa o teor de ácidos graxos desejáveis e benéficos à saúde humana, ao contrário da TMD Ca(OH)_2 . Deve-se destacar que os leites oriundos deste subproduto não contêm resíduos indesejáveis. Da mesma forma, não afetam negativamente o funcionamento hepático e renal das cabras em lactação, podendo ser alternativas viáveis ao farelo de soja na dieta de cabras em lactação.

Palavras-chave: Anglo Nubiana. Persistência. Ricina. Saanen. Toxicidade.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the intake, digestibility and nitrogen balance, curves of lactation, milk composition and metabolic profile kidney and liver of lactating goats fed diets containing detoxified castor cake (DCC) by alkaline solutions in feedlot during 150 days of lactation. Eighteen goats were used of the Saanen breeds and Anglo Nubian, first lactation, with approximate age of 17 months, body weight of 43 ± 2.97 kg, distributed in a completely randomized block design with six replicates. The treatments consisted of three diets, one on the basis of soybean meal (SM), and two others with DCC with calcium hydroxide [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] and sodium hydroxide (NaOH). The diets influenced ($P < 0.05$) intake of DM, CP, EE, NDF and TDN. The intake of nutrients followed the same trend of DMI. There was no effect ($P > 0.05$) of diets on the digestibility of DM, CP, EE and NDF. We observed effect ($P < 0.05$) of diets on the levels of nitrogen intake (NI) and urinary (NU). The goats fed with FS consumed a larger quantity of nitrogen, but all had the same nitrogen balance, which shows that the fed with the DCC were efficient. The diets did not influence ($P > 0.05$) in renal and hepatic parameters, however the values were within the normal standards for animals in this category and physiological state. The goats fed with FS and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ DCC produced a larger quantity of milk. The production was also influenced ($P < 0.05$) for the races, where the Saanen goats had a higher milk production. In summary, the lactation curves showed greater persistence of lactation of Saanen goats. In general, it was observed that the NaOH DCC provided an increase in the fat content of desirable fatty acids. Both cakes decrease milk production during the lactational period, however, the NaOH DCC provided high productive efficiency. Although both pies diminish the yield of milk, the NaOH DCC did not affect negatively the content of fatty acids desirable and beneficial to human health, unlike the $\text{Ca}(\text{OH})_2$ DCC. It should be emphasized that the milk derived from this product does not contain unwanted waste. In the same way, do not negatively affect the functioning of the liver and kidney of lactating goats, which may be a viable alternative to soybean meal in the diets of lactating goats.

Key words: Anglo Nubian. Persistence. Ricin. Saanen. Toxicity.

8.2 INTRODUÇÃO

As cabras que compõe os rebanhos de alta produção de leite necessitam de adequado balanço nutricional, especialmente as com grande potencial genético como as das raças Saanen e Anglo Nubiana, por exemplo. Essa categoria animal está concentrada em países de baixa renda, com déficit alimentar, onde seus produtos são uma fonte importante de alimento (PULINA et al., 2018). Desta forma, há necessidade de investigar alimentos alternativos que diminuam os custos de produção (ROMERO-HUELVA et al., 2017), além, é claro, de manter a qualidade nutricional das dietas e do leite (GOETSCH, 2016).

No que concerne ao Brasil, nos últimos anos, houve aumento acentuado de subprodutos com potencial para serem utilizados na alimentação animal, principalmente os oriundos da cadeia do biodiesel (MOREIRA et al., 2014). Entre esses subprodutos, a torta de mamona merece destaque devido ao alto teor de proteína, porém apresenta como principal entrave na alimentação animal a presença de compostos antinutricionais, com destaque à ricina (DANG & VAN DAMME, 2015). Este composto é uma proteína altamente tóxica e atualmente vem sendo estudada diferentes formas de destoxificação, visando sua utilização em dietas de ruminantes (BORJA et al., 2017). Porém, a destoxificação má feita pode gerar resíduos indesejáveis aos produtos gerados por esses animais (ALVES et al., 2017).

Neste contexto, o uso da torta de mamona destoxificada em dietas de cabras leiteiras apresenta uma enorme lacuna, pois embora o leite de cabra seja considerado alimento de alto valor biológico, suas propriedades nutricionais podem ser facilmente modificadas, tanto beneficemente quanto com a inclusão de ácidos constituintes lipídicos indesejáveis (CATTANEO et al., 2006). Assim, a modificação na qualidade nutricional do leite de cabras com ênfase em subprodutos regionais apresenta-se como alternativa com grande potencial, o que pode contribuir com a caprinocultura leiteira e favorecer o fortalecimento desta cadeia produtiva.

Desta forma, considerando a possibilidade de utilização de subprodutos da cadeia do biodiesel em dietas para ruminantes, dando destinação eficiente a esses subprodutos e incorporando-os na cadeia produtiva de cabras leiteiras, objetivou-se avaliar a influência da torta de mamona destoxificada por soluções alcalinas sobre o consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado, perfil metabólico renal e hepático, curvas de lactação, produção e composição do leite, perfil dos ácidos graxos do leite de cabras lactantes.

8.3 MATERIAL E MÉTODOS

8.3.1 Área experimental e período de ensaio

O trabalho foi conduzido no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°44'57,42" sul e 40°20'43,50" oeste) localizado na cidade de Sobral-CE, Brasil, no período compreendido entre novembro de 2016 a abril de 2017. Todos os procedimentos envolvendo animais foram realizados de acordo com os regulamentos da Comissão de Ética no Uso de Animais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa com Caprinos, protocolo N° 005/2015. As análises químicas dos alimentos, fezes e urina foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal e bioquímica da Embrapa Caprinos e Ovinos. Já a composição química do leite e a contagem de células somáticas foram realizadas no Laboratório Clínica do Leite, em Piracicaba, SP.

8.3.2 Animais, delineamento experimental e dietas

Foram utilizadas 18 cabras com peso corporal de $43 \pm 2,97$ kg e condição de escore corporal de $2,5 \pm 0,5$ kg, sendo 9 Saanen e 9 Anglo Nubiana, distribuídas em delineamento de blocos ao acaso (raça) com seis repetições. As cabras foram submetidas a um regime de confinamento em baias individuais, suspensas e com piso ripado de 5,06 m², sendo 2,87 m² de solário, providas de bebedouros, comedouros e saleiros.

Os tratamentos consistiram de três dietas, a primeira foi formulada com milho e farelo de soja (FS) e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD Ca(OH)₂) e outra composta por torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio (TMD NaOH), ambas em total substituição ao farelo de soja. Como volumoso foi utilizado o feno de capim-tifton 85, triturado em partícula de aproximadamente 4 cm. As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as exigências de cabras com peso corporal de 45 kg e produção diária de 1,5 litros de leite, com base nas recomendações do NRC (2007), sendo isoproteicas e isoenergéticas. A composição química dos ingredientes encontra-se na Tabela 1 e a proporção dos ingredientes e sua composição química com base na relação volumoso:concentrado encontram-se na Tabela 2.

Amostras das dietas experimentais para determinação da composição de ácidos graxos (Tabela 3) foram coletadas ao longo do experimento e armazenadas em sacos plásticos previamente identificados e congelados à -18 °C. No início das análises laboratoriais, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e secas em estufa ventilada a 65 °C, por 72 horas, e processadas em moinhos do tipo Willey, com peneira de malha 1 mm.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Nutriente (g/kg de matéria seca)	Ingredientes				
	Feno	Milho	FS ^a	TMD ^b	TMD ^c
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	872,50	889,20	870,20	904,20	904,80
Matéria orgânica	911,30	965,90	956,90	867,70	855,60
Matéria mineral ^d	88,70	34,10	43,10	132,30	144,40
Proteína bruta	104,10	79,50	443,30	315,40	309,00
Proteína insolúvel em detergente neutro	26,98	30,23	131,75	100,27	102,74
Proteína insolúvel em detergente ácido	12,26	20,92	40,03	48,79	49,35
Extrato etéreo	14,50	36,80	28,80	52,10	47,50
Carboidratos totais	792,80	845,70	484,70	500,10	492,60
Carboidratos não fibrosos	277,80	722,40	320,80	103,90	132,40
Fibra em detergente neutro	722,70	184,60	217,80	483,40	443,50
FDN corrigido para cinzas e proteína	514,90	123,20	163,80	396,10	360,10
Fibra em detergente ácido	472,20	69,00	117,90	379,20	388,70
Hemicelulose	248,40	115,50	99,80	104,10	54,70
Celulose	413,60	60,20	105,60	328,50	342,60
Ligninas	60,60	8,80	12,20	50,70	46,10
Nutrientes digestíveis totais	546,80	848,00	822,50	620,50	627,90

^a Farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por Ca(OH)₂.

^c Torta de mamona destoxificada por NaOH.

^d TMD Ca(OH)₂: 0,9 g de Na/kg MS e 2,25 g de Ca/kg MS, TMD NaOH: 29,2 g de Na/kg de MS e 0,63 g de Ca/kg de MS.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas.

Ingrediente (g/kg MS)	Dietas		
	Dieta padrão (FS)	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
	Proporção dos ingredientes		
Feno de Capim-tifton 85	525,40	485,80	474,30
Milho moído	414,20	424,60	437,40
Farelo de soja	58,70	-----	-----
Torta de mamona destoxificada	-----	89,60	85,70
Calcário	1,70	-----	2,6
Premix mineral ^a	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>
Nutriente (g/kg MS)	Composição química		
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	883,03	890,84	885,76
Matéria orgânica	939,17	933,06	930,90
Matéria mineral	62,49	66,94	71,43
Proteína bruta	113,94	110,13	112,12
Proteína insolúvel em detergente neutro	12,54	13,58	13,89
Proteína insolúvel em detergente ácido	3,17	3,65	3,54
Extrato etéreo	26,46	29,22	29,82
Carboidratos totais	759,80	766,30	756,60
Carboidratos não fibrosos	471,80	468,70	477,40
Fibra em detergente neutro	416,78	424,98	404,54
FDN corrigido para cinza e proteína	287,97	297,65	279,21
Fibra em detergente ácido	352,80	356,60	337,19
Hemiceluloses	166,06	163,67	152,66
Celulose	211,88	221,19	209,34
Ligninas	30,86	32,62	30,32
Nutrientes digestíveis totais	674,90	678,80	678,70

^aComposição (nutrientes/kg de suplemento): Cálcio = 218 g; Fósforo = 71 g; Enxofre = 20 g; Magnésio = 20 mg; Potássio = 28,20 mg; Cobalto = 30 mg; Selênio = 15,30 mg; Zinco = 1700 mg; Flúor = 710 mg; Vitamina A = 135.000 UI/kg; Vitamina D3 = 68.000 UI/kg; Vitamina E = 450 UI/ kg.

Tabela 3 - Composição dos ácidos graxos das dietas experimentais (%).

Ácidos graxos	Denominação	Dietas (%)		
		Dieta padrão	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
C8:0	Caprílico	-----	0,95	0,40
C11:0	Undecanóico	-----	0,03	-----
C13:0	Tridecanóico	4,66	4,78	4,92
C14:0	Mirístico	0,02	0,02	0,02
C15:1 cis10	Cis,10, Pentadecanóico	0,73	0,75	0,78
C16:0	Palmítico	7,14	5,78	6,16
C16:1 cis9	Cis, 9, Palmitoléico	13,52	13,86	14,28
C16:1	Palmitoléico	20,17	20,67	21,29
C17:0	Heptadecanóico	0,31	0,32	0,32
C17:1 cis10	Cis-10- heptadecanóico	1,40	1,00	0,98
C18:0	Esteárico	19,43	17,11	17,18
C18:1n9c	Oleico	29,48	25,12	25,56
C18:1 trans9	Elaidico	1,47	1,46	1,48
C18:1 cis 9, 12-OH	Hidroxicinoléico	-----	4,21	8,23
C18:2n6c	Linoléico	2,92	2,20	2,34
C18:3n3	Linolênico	0,21	0,14	0,15
C18:3n6	γ-Linolênico	2,43	2,31	2,22

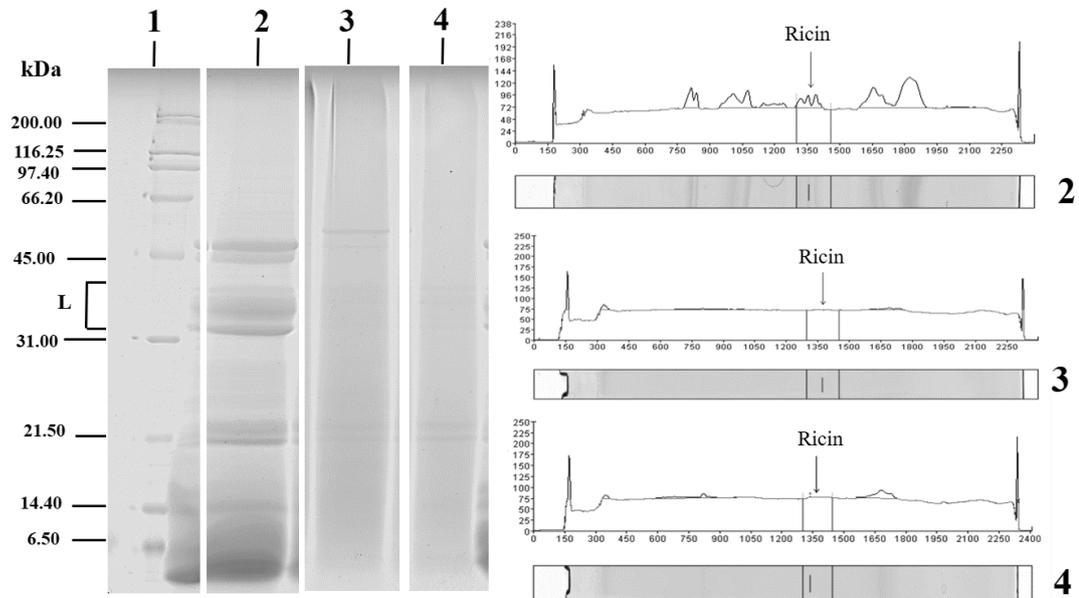
8.2.2 Destoxificação e medição de ricina

A torta de mamona utilizada foi obtida por prensagem mecânica, utilizando temperaturas entre 90 e 100 °C, da semente de mamona, para obtenção do óleo de rícino. Para a destoxificação da torta de mamona bruta foram utilizados dois produtos alcalinos, hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) e hidróxido de sódio (NaOH) nas proporções de 90 e 60 g/kg de torta, respectivamente. Para a diluição e eficácia dos reagentes, foi utilizado 2000 ml de água/kg de torta de mamona bruta. A torta foi destoxificada através da adaptação de um misturador semiautomático para homogeneização da solução destoxificante. Para a mistura da solução foi utilizada uma betoneira estacionária (Fischer[®] MOB 400 G2), equipada com motor trifásico.

Após três horas de mistura na betoneira (dez minutos misturando e trinta minutos em repouso, alternadamente) a torta foi colocada sobre uma lona plástica, ao ar livre, por um período de 48 horas sendo constantemente revolvida para uma secagem de forma homogênea. Depois de seca, a torta foi triturada em máquina forrageira com crivo de 8 mm, para permitir a redução no tamanho do material e facilitar a sua homogeneização com os demais ingredientes.

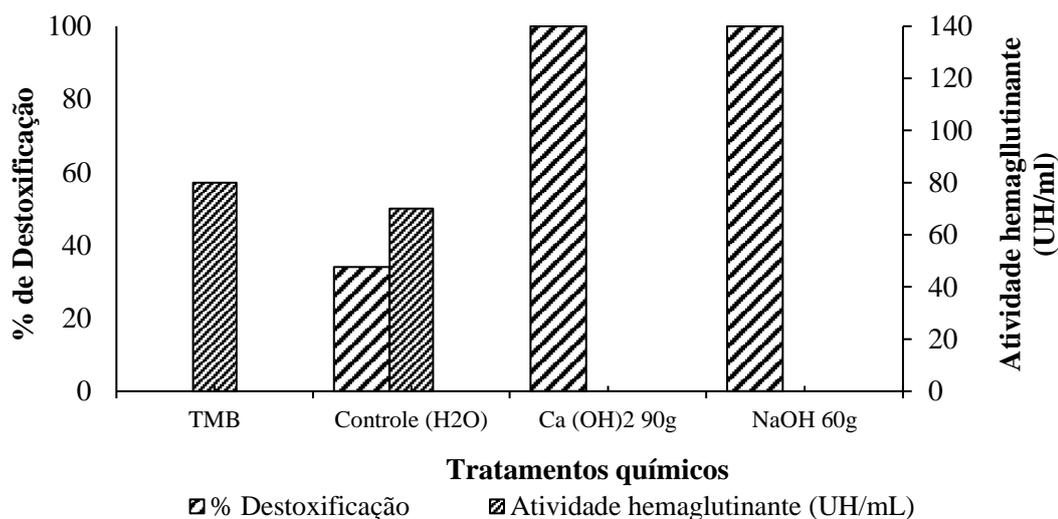
Para confirmação da destoxificação foram feitos bioensaios de hemaglutinação e análises por eletroforese em SDS-PAGE através da confirmação do desaparecimento das bandas de ricina, para garantir que a torta estivesse destoxificada (Figura 1).

Figura 1 - Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).



Os bioensaios foram realizados com soluções contendo hemácias de coelho para avaliar a presença ou não da *ricinus aglutinina*. Dos tratamentos testados, observou-se que as concentrações de 90 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e 60 g de NaOH destoxificaram 100% da ricina presente nas tortas de mamonas, confirmadas através de densitometria, utilizando o software ImageJ (National Institutes of Health, USA), ratificada pela avaliação da atividade hemaglutinante, a qual foi negativa (Figura 2). Portanto, foram utilizadas essas duas concentrações para destoxificar a torta bruta, visando a formulação das dietas.

Figura 2. Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.



8.3.3 Manejo e coleta de dados

As dietas foram fornecidas diariamente às 7:30 e 14:30 horas, *ad libitum*, de forma a permitir 10% do fornecimento em sobras. A cada quinze dias foram colhidas amostras do fornecido, tanto do volumoso quanto do concentrado, bem como das sobras, os quais foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer à -18 °C.

A digestibilidade aparente total foi estimada pela técnica de forma indireta por meio de indicador interno FDAi. Para tanto, as fezes foram coletadas diretamente da ampola retal, durante cinco dias, em diferentes horários (0; 3; 6 e 9 horas após a primeira alimentação) visando uma maior representatividade diária, em seguida identificada e armazenada em freezer à -18 °C, ao final das coletas, foram feitas amostras compostas e depois secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C até peso constante. As amostras de fezes e dos alimentos foram trituradas em moinho de faca (Wiley mill, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, USA) com peneira 2,0 mm. Para a avaliação da digestibilidade aparente, as amostras foram incubadas *in situ* em sacos de tecido tipo TNT, por um período de 240 horas (Casali et al., 2008).

Para a avaliação do balanço de nitrogênio, a produção total de urina foi estimada através da concentração de creatinina na urina. Foram obtidas amostras *spot* de urina, quatro horas após a alimentação, aproximadamente, a partir de micção espontânea em bolsas de colostomia (Medsonda[®]) com capacidade para 200 ml. As amostras foram filtradas em gazes e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) e imediatamente congeladas. A produção de urina foi estimada pela equação utilizada por Fonseca (2006): Volume urinário (L) = (26,05 x peso corporal (Kg)) / (concentração de creatinina na amostra *spot* (mg/L)). As fezes foram coletadas diretamente da ampola retal

durante cinco dias, em diferentes horários (0, 3, 6 e 9 horas após a primeira alimentação) para amostragem representativa, assim como feito com as fezes destinadas aos ensaios de digestibilidade.

O procedimento de coleta de sangue realizou-se por punção da veia jugular, aos 75 dias de lactação, quatro horas após a alimentação da manhã, para a análise do teor de ureia no soro e, antes da alimentação da manhã para os outros parâmetros, por meio de tubos Vacutainer (Grainer Bio-One, Vacuette® Americana, SP, BRA) com capacidade para 9,0 mL.

Foram colhidas duas amostras de sangue de cada animal, em um tubo que continha anticoagulante (EDTA) e outro sem anticoagulante. Os tubos com anticoagulante foram direcionados para a dosagem de proteínas totais e ureia e os sem anticoagulante foram analisadas o aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, creatinina, fosfatase alcalina, albumina, gamaglutamiltransferase e bilirrubina direta e total. Para a dosagem de ureia e proteínas totais, o soro foi obtido por centrifugação dos tubos a 3293 g por 15 minutos, identificado e armazenado em minitubos Eppendorf®, e congelado para análise. Os parâmetros sanguíneos e a creatinina na urina foram analisados com kits comerciais Labtest®, com auxílio de procedimentos colorimétricos.

Para mensuração da produção de leite, as cabras foram ordenhadas duas vezes ao dia (7:30 e 14:30 horas) e tiveram a produção registrada diariamente durante cento e cinquenta dias de coleta, usando balança eletrônica e vasilhame de aço inoxidável com medição precisa para 2 litros. Antes de cada ordenha, durante todo período experimental, os tetos das cabras eram higienizados com solução pré-dipping e secos com papel toalha, e ao final da ordenha era realizada outra limpeza com solução pós-dipping como proteção e prevenção de mastite.

Para a análise da composição e qualidade do leite, foram coletadas amostras a cada 30 dias, a partir do 7º dia de lactação, que foram acondicionadas em frasco plástico contendo conservante Bronopol (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol) e analisadas posteriormente. Para determinação do perfil de ácidos graxos de cadeia longa, amostras do leite da manhã e da tarde foram coletadas a cada 30 dias e imediatamente congeladas em tubos tipo Falcon® com capacidade de 50 mL. Ao final das coletas, foram feitas amostras compostas respeitando a proporção do leite ordenhado.

A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (LCG) utilizando a fórmula: $LCG = [(0,432 + 0,1625 \times \% \text{ de gordura do leite}) \times \text{kg de leite}]$, conforme proposto por Sklan et al. (1992). O valor energético (VE) do leite foi estimado de acordo com a equação proposta por Baldi et al. (1992), onde $VE = 203,8 + (8,36 \times \text{gordura}\%) + (6,29 \times \text{proteína}\%)$. Utilizou-se o modelo de Nelder (1966) para análise dos parâmetros da curva de lactação, conforme a equação:

$\hat{Y}_t = t / (a + bt + ct^2)$. O Y é a produção de leite, “a” representa a taxa de crescimento da curva até o pico de produção, “b” é a inclinação média da curva de lactação e “c” é a inclinação na fase de declínio e “t” é o tempo de lactação em semanas. A partir dos parâmetros do modelo foram analisados o tempo para atingir o pico (TP) e produção de leite no pico (PP). Para a estimativa do TP utilizou-se a fórmula: $TP = \sqrt{a/c}$, e o PP pela equação: $1/2\sqrt{ac + b}$.

8.3.4 Análise físico-química e biológica

A análise de rendimento de queijo (RQ) foi realizada com a adição de enzima coagulante (HalaMix[®]) ao leite por uma hora a temperatura de 37 °C em tubos Ependorf[®] de 5 mL, após a coagulação esse material foi centrifugado durante 15 min a 2500 rpm e drenada a fração líquida por 45 minutos, com adaptações ao protocolo proposto por Othmane et al. (2002). O RQ foi definido como o peso do resíduo da centrifugação obtidos após a drenagem, expresso em quilogramas por 100 L de leite. A acidez do leite foi verificada pelo método de Dornic e a densidade foi determinada através do termolactodensímetro de Quevene e os valores obtidos foram corrigidos para 15 °C.

A análise da composição foi realizada pelo método da espectrofotometria de infravermelho em um aparelho B 2300 Combi (Bentley[®]), para quantificação dos teores de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, nitrogênio ureico e caseína. A contagem de células somáticas foi feita utilizando-se um contador eletrônico Somacount 500.

As amostras destinadas a análise do perfil dos ácidos graxos de cadeia longa foram descongeladas em banho-maria a uma temperatura de 40 °C e centrifugadas, efetuando-se posteriormente a extração da gordura, conforme metodologia descrita por Bligh & Dyer (1959). O nitrogênio foi utilizado para evaporar completamente o clorofórmio acarretando na obtenção da gordura purificada. Os ácidos graxos foram transmetilados de acordo com metodologia descrita por Molquentin & Precht (2000) modificada.

Os metis ésteres formados foram separados usando cromatógrafo gasoso (Shimadzu[®] GC 2010) equipado com detector de chama (FID) e coluna capilar de sílica (Supelco SP-tm-2560, 100 x 0,25mm i.d). Ambos, injetor e detector, foram mantidos a 250 °C. O Nitrogênio foi o gás de arraste e a pressão do injetor mantida constante a 243,7 kPA. Padrões de referência usados para recuperação e fator de correção para CLA (linoleic acid conjugated methyl ester, Sigma-Aldrich) e outros ácidos graxos individuais (Supelco 37 Component FAME MIX). Os ácidos graxos foram identificados e quantificados pela comparação dos tempos de retenção e áreas de

seus picos e seus respectivos padrões. O Índice de Aterogenicidade foi calculado pela fórmula: $[C12 + (4 \times C14) + C16] / \text{soma dos ácidos graxos insaturados}$, segundo Chilliard et al. (2003).

Nas amostras de alimentos (sobras e fornecido) e fezes foram determinados os teores de MS (método nº 934.01), matéria orgânica (método nº 942.05), proteína bruta (método nº 954.01), extrato etéreo (método nº 920.39) de acordo com a AOAC (2003). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinzas residuais (MERTENS et al., 2002).

A estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foi feita conforme Licitra et al. (1996). As ligninas foram obtidas com o resíduo do FDA tratado com ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST et al., 1991). O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado com adaptação ao proposto por Hall (2003). O teor de carboidratos totais (CT) e não fibrosos (CNF) pelos cálculos descritos por Sniffen et al. (1992).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo Weiss (1999). Os teores de nitrogênio consumido (NC), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU) e nitrogênio excretado no leite (NL) foram determinados através da técnica de micro Kjeldahl (método nº. 954.01) da AOAC (2003). O nitrogênio retido (NR) foi calculado de acordo com a equação: $NR = NC - (NF + NU + NL)$.

8.3.5 Análise estatística

Inicialmente os dados foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-Wilks) e homocedasticidade (Levene) e, atendida as pressuposições, foram submetidas à análise de variância pelo teste F. As análises estatísticas foram realizadas usando o seguinte modelo: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$. Onde Y_{ij} é a variável dependente correspondente à observação experimental; μ é a média geral; α_i é o efeito fixo das dietas; β_j é o efeito fixo da raça e e_{ij} é o erro aleatório, assumindo uma distribuição normal. A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para avaliar os efeitos da raça e da dieta. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLM do SAS versão 9.4 (SAS INSTITUTE, 2005). No ajuste das curvas de lactação foram estimados os parâmetros das regressões não-lineares pelo procedimento NLIN, usando o método modificado de Gauss-Newton. Este método, por ser iterativo, necessita de valores iniciais para iniciar o processo de minimização da soma de quadrados do erro. Dessa forma foram utilizados chutes iniciais para cada parâmetro, até que se atingisse um intervalo suficiente para que o programa efetuasse o cálculo.

8.4 RESULTADOS

As dietas influenciaram ($P < 0,05$) o consumo de MS e demais nutrientes e não houve ($P > 0,05$) efeito das raças sobre o consumo (Tabela 4). Observou-se maior CMS para as cabras alimentadas com FS (2318,10 g/dia) e TMD Ca(OH)_2 (2220,28 g/dia), e menor CMS para as cabras alimentadas com TMD NaOH (1961,38 g/dia). Os consumos de PB, EE, FDN e NDT apresentaram o mesmo comportamento observado para o CMS, onde as cabras alimentadas com FS e TMD NaOH consumiram maiores quantidades, com exceção do CMS com base no peso corporal, onde as cabras alimentadas com TMD Ca(OH)_2 não diferiram do CMS %PC das cabras com TMD NaOH.

Tabela 4 - Consumo de matéria seca e nutrientes por cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Consumo (g/dia)	Dietas			EPM ¹	P-valor	
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça
Matéria seca	2318,10a	2220,28a	1961,38b	44,10	*	0,396
Matéria seca (% PC)	4,53a	4,17ab	3,99b	0,106	*	0,869
Proteína bruta	259,62a	255,50a	219,67b	4,976	*	0,396
Extrato etéreo	122,82a	120,01a	101,99b	2,332	*	0,764
Fibra em detergente neutro	1398,86a	1334,35a	1216,05b	28,15	*	0,338
Nutrientes digestíveis totais	1460,40a	1443,18a	1294,51b	21,17	*	0,218

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

¹EPM: Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas dietas e maiúsculas nas raças, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não houve efeito ($P > 0,05$) das dietas ou das raças sobre a digestibilidade da MS e nutrientes durante a fase de lactação das cabras. (Tabela 5).

Tabela 5 - Digestibilidade aparente em cabras lactantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Digestibilidade (g/kg MS)	Dietas			EPM ¹	P-valor	
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça
Matéria seca (g/kg MF)	702,33	690,29	675,69	18,69	0,611	0,910
Proteína bruta	714,20	702,26	687,62	18,67	0,612	0,902
Extrato etéreo	752,28	761,46	742,01	16,76	0,719	0,878
Fibra em detergente neutro	737,28	746,46	727,01	16,80	0,720	0,995

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

¹EPM: Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas dietas e maiúsculas nas raças, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre os teores de nitrogênio consumido (NC) e urinário (NU) e não foi observado efeito ($P > 0,05$) das raças sobre os demais parâmetros do balanço nitrogenado. As cabras alimentadas com FS consumiram maior quantidade de nitrogênio (55,79 g/dia), seguidas pelas cabras alimentadas com as TMD. Da mesma forma, observou-se maior NU para as cabras que consumiram a dieta a base de FS (6,95 g/dia), porém não diferiram das cabras que receberam dietas contendo TMD Ca(OH)_2 (5,94 g/dia), que por sua vez não diferiu do NU das cabras alimentadas com TMD NaOH (5,88 g/dia).

Tabela 6 - Balanço de nitrogênio em cabras lactantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Item (g/dia)	Dietas			EPM ¹	P-valor	
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça
Nitrogênio consumido	55,79a	52,12b	51,87b	1,173	*	0,785
Nitrogênio fecal	15,69	15,43	14,10	0,608	0,177	0,087
Nitrogênio urinário	6,95a	5,94ab	5,88b	0,290	*	0,052
Nitrogênio no leite	7,88	7,36	7,32	0,165	0,058	0,785
Nitrogênio retido	25,26	23,39	24,55	1,105	0,496	0,052

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

¹EPM: Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas dietas e maiúsculas nas raças, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para os parâmetros hepáticos e renais observou-se que não houve efeito ($P > 0,05$) das dietas ou raças sobre os teores sanguíneos avaliados (Tabela 7).

Tabela 7 - Parâmetros sanguíneos de cabras lactantes alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Parâmetros	Dietas			EPM ¹	P-valor	
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça
Proteínas totais (g/dL)	8,93	10,84	10,50	0,69	0,151	0,425
Albumina (g/dL)	4,34	5,42	5,00	0,32	0,099	0,515
Ureia (mg/dL)	40,67	39,29	36,60	1,30	0,115	0,540
Creatinina (mg/dL)	1,81	1,74	1,97	0,17	0,620	0,681
Bilirrubina direta (mg/dL)	1,18	1,29	1,22	0,20	0,915	0,659
Fosfatase alcalina (UI/L)	11,18	10,61	11,15	0,93	0,887	0,637
Alanina aminotransferase (UI/L)	102,63	76,22	92,55	11,45	0,420	0,902
Aspartato aminotransferase (UI/L)	19,18	15,06	15,06	2,48	0,289	0,821
Gama-glutamil transferase (UI/L)	64,19	77,73	64,40	4,56	0,089	0,367

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

¹EPM: Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas dietas e maiúsculas nas raças, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre a produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PL_{CG}), produção de leite total (PLT) e eficiência alimentar na produção de leite (EA_{PL}) (Tabela 8). As cabras alimentadas com FS produziram em média 2,21 kg de leite por dia, porém não diferiram das cabras que consumiram a dieta com TMD Ca(OH)₂ (2,18 kg/dia), que por sua vez não diferiram das cabras alimentadas com TMD NaOH (2,16 kg/dia). De forma similar, observou-se que a PL_{CG} foi maior para as cabras que consumiram a dieta à base de FS (1,70 kg/dia), seguida pelas cabras das dietas com TMD NaOH e TMD Ca(OH)₂ (1,57 e 1,56 kg/dia, respectivamente), que foram iguais entre si. Ao longo de 150 dias de lactação (período experimental) as cabras que consumiram a dieta à base de FS produziram 314,30 kg de leite, seguidas pelas cabras da dieta TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH com 310,05 e 307,21 kg de leite, respectivamente, que não diferiram entre si.

Tabela 8 - Produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PL_{CG}), eficiência alimentar na produção de leite (EA_{PL}) e produção de leite total (PLT) de cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Itens	Dieta (D)			EPM ¹	Raça (R)		P-valor	
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Saanen	Anglo Nubiana	D	R
PL (kg/dia)	2,21a	2,18ab	2,16b	0,082	2,22A	2,15B	*	*
PL _{CG} (kg/dia)	1,70a	1,56b	1,57b	0,011	1,62	1,59	*	0,065
PLT (kg)	314,30a	310,05b	307,21b	4,248	315,49A	305,55B	*	*
EA _{PL} (kg/kg)	1,10a	1,07a	0,95b	0,017	1,04	1,05	*	0,087

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

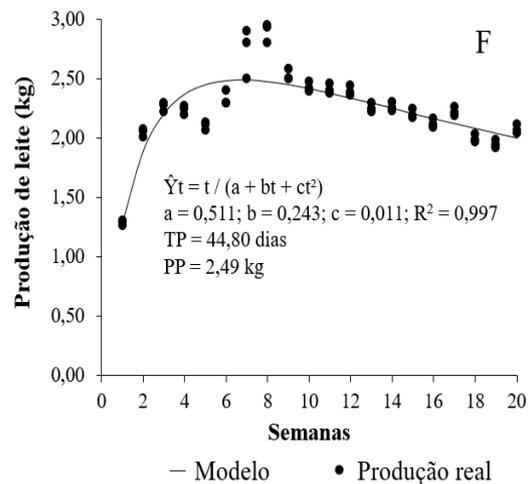
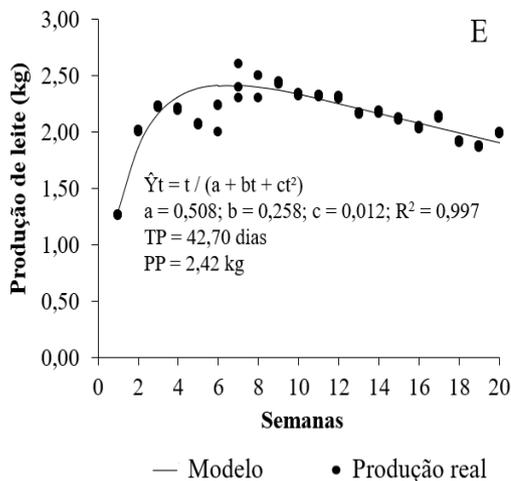
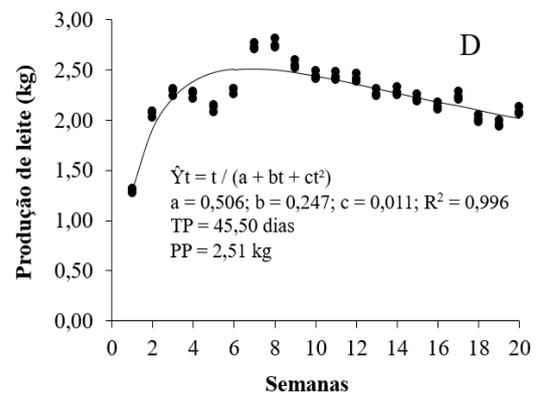
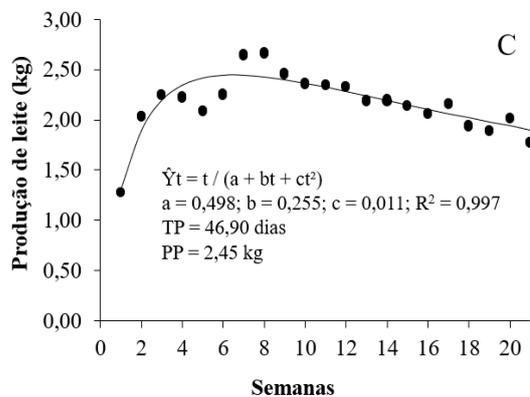
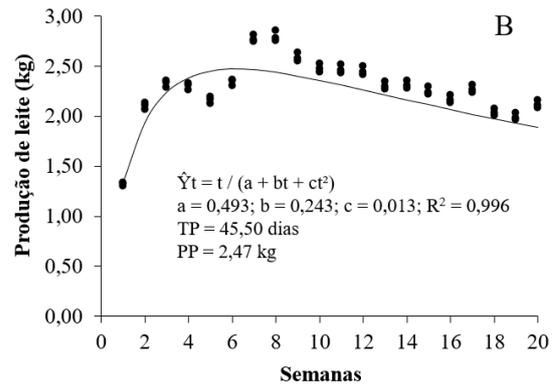
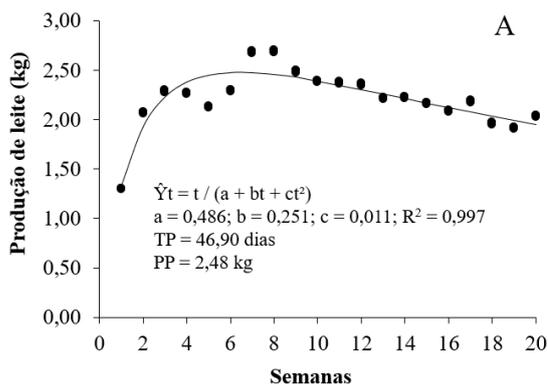
¹EPM: Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas dietas e maiúsculas nas raças, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A EA_{PL} foi influenciada ($P < 0,05$) pelas dietas, onde as cabras alimentadas com TMD NaOH apresentaram melhor eficiência alimentar (0,95), já as cabras alimentadas com FS apresentaram EA_{PL} de 1,10 e as cabras alimentadas com TMD Ca(OH)₂ de 1,07, sendo que ambas não diferiram entre si. Em relação a produção de leite, também se observou que houve efeito ($P < 0,05$) das raças, tanto na PL quanto na PLT. As cabras da raça Saanen produziram 70 g de leite a mais por dia quando comparadas as Anglo Nubianas, o que correspondeu, em 150 dias de lactação, 9,94 litros a mais.

Observou-se que as cabras Anglo Nubianas que consumiram as dietas FS e TMD Ca(OH)₂ demoraram mais tempo para chegarem ao pico de produção (46,90 dias), seguidas das cabras Saanen que consumiram as mesmas dietas (45,50 dias). Já as cabras que receberam dieta à base de TMD NaOH atingiram o pico de produção mais cedo, 42,70 dias para as Anglo Nubianas e 44,80 dias para Saanen (Figura 3).

Figura 3 - Curvas de lactação estimadas pelo Modelo de Nelder para cabras Anglo Nubiana (A) e Saanen (B) alimentadas com dietas contendo farelo de soja (FS); Anglo Nubiana (C) e Saanen (D) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de Cálcio [TMD Ca(OH)₂]; Anglo Nubiana (E) e Saanen (F) alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio [TMD NaOH].



A produção no pico foi maior para as cabras Saanen alimentadas com TMD Ca(OH)_2 (2,51 kg/dia), dez gramas a mais que as Anglo Nubianas que consumiram a dieta FS. A menor produção no pico aconteceu para as cabras Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH (2,42 kg/dia). Observa-se que o modelo ajustou satisfatoriamente à todas as curvas de lactação de acordo com o coeficiente de determinação (R^2). A inclinação da curva das cabras Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH (E) foi maior que as demais (0,258) e a menor

inclinação foi observada para as cabras Saanen alimentadas com FS (B), com inclinação de 0,243. De forma geral, observou-se que as cabras Saanen, independente das dietas, apresentaram menor inclinação da curva (0,246), já as Anglo Nubianas apresentaram inclinação de 0,255.

Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre o teor de gordura do leite e o rendimento do queijo (RQ) e não foi observado efeito ($P > 0,05$) sobre os demais parâmetros ou efeito das raças (Tabela 9).

Tabela 9 - Composição físico-química do leite de cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Produção (g/kg)	Dietas			EPM ¹	P-valor	
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça
Gordura	35,12a	31,82b	32,51b	0,32	*	0,418
Proteína	31,03	28,51	29,63	0,10	0,366	0,652
Lactose	45,52	45,21	45,12	0,27	0,927	0,087
Sólidos totais	111,02	110,21	115,50	0,48	0,674	0,359
Caseína	24,22	21,16	22,47	0,13	0,326	0,548
ESD ²	8,53	8,26	8,34	0,13	0,423	0,406
RQ ³ (kg)	22,80a	20,75b	21,62b	0,91	*	0,679
Acidez °D	15,60	15,25	15,87	0,64	0,789	0,705
CCS ⁴ (cel/mL x 1000)	352,40	367,00	352,40	134,44	0,666	0,406
NUL ⁵ (mg/dL)	13,98	14,92	17,75	1,66	0,340	0,251
VE ⁶ (Mcal/kg)	2,56	2,52	2,53	0,02	0,360	0,383
Densidade (kg/m ³)	1.030	1.029	1.030	0,10	0,985	0,783
Composição g/dia						
Gordura	88,70a	80,33b	81,10b	3,61	*	0,396
Proteína	68,51a	62,29b	63,99b	1,86	*	0,626
Lactose	100,64a	98,64b	97,49b	1,37	*	0,103
Sólidos totais	245,48	240,23	249,58	8,40	0,054	0,382
ESD	188,55a	180,06b	180,25b	3,02	*	0,607

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

¹EPM: Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas dietas e maiúsculas nas raças, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As cabras alimentadas com FS produziram um leite mais gorduroso (35,12 g/kg de leite), já as cabras alimentadas com TMD tiveram um leite com menores teores de gordura, 31,82 e 32,51 g/kg para dieta contendo TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH, respectivamente. A mesma tendência ocorreu para o RQ, onde as cabras que consumiram dieta à base de FS renderam 22,80 kg de queijo para cada 100 kg de leite. O leite oriundo das cabras alimentadas com TMD tiveram menores

rendimentos, onde para cada 100 kg de leite, observaram-se produções de 20,75 e 21,62 kg de queijo, para TMD Ca(OH)_2 e NaOH, respectivamente, mas que não diferiram entre si.

Quando os valores são expressos em g/dia, percebe-se que as dietas influenciaram de forma marcante a composição do leite. Observou-se efeito ($P < 0,05$) de dietas sobre os teores de gordura, proteína, lactose e extrato seco desengordurado e não houve efeito ($P > 0,05$) sobre o teor de sólidos totais (Tabela 9). De forma geral, todos os componentes supracitados foram maiores no leite oriundo das cabras que consumiram a dieta à base de FS. Já a composição do leite produzido pelas cabras que consumiram as dietas com TMD não diferiram entre si.

Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre o perfil de alguns ácidos graxos presentes no leite (Tabela 10).

Tabela 10 - Perfil dos ácidos graxos (g/100 g de ácidos graxos) do leite de cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Ácidos graxos	Denominação	Dietas			EPM ¹	P-valor	
		FS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça
C6:0	Caprónico	1,95	1,95	1,87	0,07	0,750	0,300
C8:0	Caprílico	1,78	2,17	1,58	0,14	0,157	0,253
C10:0	Cáprico	6,57a	6,88a	5,63b	0,51	*	0,054
C11:0	Undecanóico	0,23	0,25	0,20	0,03	0,603	0,615
C12:0	Láurico	3,42a	3,66a	3,13b	0,21	*	0,369
C13:0	Tridecanóico	0,13	0,13	0,13	0,02	0,968	0,694
C14:0	Mirístico	7,62b	8,97a	7,90b	0,39	*	0,506
C14:1	Miristoléico	0,55a	0,46b	0,36c	0,06	*	0,433
C15:0	Pentadecanóico	0,83	0,70	0,82	0,10	0,675	0,446
C16:0	Palmítico	25,56a	25,59a	23,31b	0,75	*	0,108
C16:1	Palmitoléico	0,40	0,63	0,48	0,06	0,134	0,121
C17:0	Heptadecanóico	0,71	0,70	0,75	0,08	0,882	0,078
C18:0	Esteárico	15,82	14,89	16,18	0,65	0,392	0,178
C18:1n 9t	Elaídico	0,65	0,68	0,62	0,14	0,960	0,398
C18:1n 9c	Oléico	30,30b	28,80b	33,13a	1,58	*	0,154
C18:2n 6c	Linoléico	3,27a	2,62b	3,01a	0,15	*	0,886
C18:3n3	Linolênico	0,22	0,26	0,20	0,03	0,401	0,648
C18:3n6	γ -Linolênico	0,23	0,23	0,22	0,02	0,973	0,723
Cis-9, trans-11,18:2	Linoléico conjugado	0,46	0,43	0,47	0,05	0,851	0,965

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

¹EPM: Erro padrão da média.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas dietas e maiúsculas nas raças, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Em relação aos ácidos de cadeia curta (C4-C13), observou-se que o C10:0 e o C12:0 foram maiores no leite das cabras que consumiram as dietas com FS ou TMD Ca(OH)₂. Os ácidos graxos de cadeia média (C14:C16) que foram influenciados pelas dietas foram o C:14, C14:1 e C:16 (mirístico, miristoléico e palmítico, respectivamente) e para os de cadeia longa (>C16), somente o C18:1n 9c e C18:2n 6c (oléico e linoléico, respectivamente). Neste caso, observou-se que o mirístico foi maior no leite das cabras alimentadas com a TMD Ca(OH)₂ (3,66 g/100 g de ácidos graxos), já o ácido palmítico também foi maior no leite oriundo desta dieta, porém não diferiu do leite produzido pelas cabras alimentadas com FS. O miristoléico foi menor no leite proveniente das cabras alimentadas com TMD NaOH (0,36 g/100 g de ácidos graxos) e o oléico e linoléico no leite das que consumiram a TMD Ca(OH)₂.

A concentração dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), relação AGPI:AGS, ácidos graxos desejáveis, ácidos graxos ômega 6 e o Índice de aterogenicidade foram influenciados (P>0,05) pelas dietas (Tabela 11).

Tabela 11 - Somatórios e relações dos principais ácidos graxos presentes na gordura do leite de cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Ácidos graxos	Dietas			EPM ¹	P-valor	
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		D	R
Ácidos graxos saturados (AGS)	63,43a	65,47a	61,46b	1,68	*	0,189
AG monoinsaturados (AGMI)	32,27a	30,89b	34,51a	1,25	*	0,076
AG poli-insaturados (AGPI)	4,28a	3,63b	4,02a	0,15	*	0,230
AGPI:AGS	0,51a	0,46b	0,55a	0,03	*	0,076
Ácidos graxos desejáveis ²	48,10a	45,79b	50,69a	1,34	*	0,078
Ácidos graxos ômega-3 ³	0,22	0,26	0,20	0,03	0,134	0,254
Ácidos graxos ômega-6 ⁴	3,51a	3,23a	2,85b	0,16	*	0,843
Índice de aterogenicidade	1,74b	2,07a	1,66b	0,12	*	0,087

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

¹EPM: Erro padrão da média.

²Desejáveis: insaturados + C18:0. ³Σ (C18:1 cis15, C18:2 trans11cis15, C18:3 n3, C22:6 n3); ⁴Σ (C18:2n6c, C18:3n6).

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas dietas e maiúsculas nas raças, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se que a TMD proporcionou redução no teor dos AGS quando comparada as demais, já os AGMI e AGPI foram reduzidos quando as cabras foram alimentadas com a TMD Ca(OH)₂. Essa redução na insaturação dos ácidos graxos proporcionou a menor relação AGPI:AGS para as cabras que consumiram essa dieta, que por sua vez diminuiu a concentração

dos ácidos desejáveis (45,79 g/100 g de ácidos graxos), entre os quais pode-se destacar o CLA total (0,54 g/100 g de ácidos graxos) e, conseqüentemente, o aumento do Índice de aterogenicidade (2,07). Os ácidos graxos ômega-6 foram menores no leite produzido pelas cabras alimentadas com TMD NaOH.

8.5 DISCUSSÃO

As cabras alimentadas com TMD NaOH apresentaram menor consumo de MS (CMS), cerca de 356 g MS/dia a menos que as cabras que receberam a dieta padrão à base de FS. A redução no CMS pode estar associada a presença de sódio na dieta, o qual serve como controlador de consumo (YOUSFI et al., 2016). A quantidade de Na presente na TMD NaOH era 32,4 vezes superior que na TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Tabela 1), o que evidencia ainda mais esse efeito no controle do CMS. Araújo et al. (2018) avaliaram a substituição do FS pela TMD NaOH em dieta de cabritas durante a fase de crescimento e também observaram redução no CMS.

É interessante observar também que a dieta com TMD NaOH possuía em sua composição (Tabela 3) maior quantidade de ácido ricinoléico (8,23%) oriundo da torta de mamona. Esse ácido graxo também pode ter contribuído para o menor consumo pelas cabras alimentadas com esta torta, pois ele apresenta além da carboxila, uma hidroxila no carbono de número 10 da molécula. Estes dois grupos funcionais quando estão dentro do rúmen têm seu oxigênio ionizado e desta forma podem potencializar o efeito negativo deste ácido sobre os microrganismos ruminais, reduzindo assim o ataque microbiano às partículas de alimento no rúmen (ALVES et al., 2017), ocasionando reduções no CMS e nos nutrientes.

A maior quantidade de ácidos graxos insaturados (Tabela 3) na dieta TMD NaOH também pode ter contribuído para diminuição no consumo, principalmente devido ao efeito inibidor causado aos microrganismos celulolíticos ruminais, afetando sua atividade (JENKINS & HARVATINE, 2014) e retendo por mais tempo a digesta no rúmen (ALLEN, 2000). Além disso, a presença de ácidos graxos insaturados na dieta de ruminantes estimula a produção e liberação da colecistoquinina (Choi et al., 2000) e de peptídeo-semelhante-glucagon-1 (GLP-1) (LITHERLAND et al., 2005) que possuem ação no controle da saciedade (ALLEN, 2000) diminuindo o consumo de MS (HARVATINE & ALLEN 2006). Desta forma, esperava-se que o provável maior tempo de retenção no rúmen aumentasse a digestibilidade da MS e nutrientes desta dieta, fato este que não aconteceu (Tabela 5), pois os ácidos graxos diminuem o ataque dos microrganismos, logo a digestibilidade não foi alterada.

O valor médio observado para o consumo de MS encontrou-se próximo a 4%. Animais deste porte e categoria podem consumir até 4,5% do PC (TEIXEIRA et al., 2011). No entanto,

estes valores não estão bem definidos, face às diferenças no comportamento ingestivo e na capacidade de processamento das dietas no trato gastrointestinal dos caprinos (FORBES, 2007).

O consumo de PB foi alterado com a substituição do FS pela TMD NaOH. De acordo com o NRC (2007), o consumo de PB para as cabras com peso corporal de 45 kg e produção diária de 1,5 litros de leite é de 228 g/dia. Desta forma, o consumo de proteína bruta verificado neste experimento atendeu as exigências das cabras para esse nutriente, pois apesar das cabras alimentadas com dietas contendo TMD NaOH terem apresentado menor consumo de PB em relação ao preconizado pelo NRC (2007), a produção de leite foi 30,55% superior, demonstrando maior eficiência na utilização desse nutriente por esses animais, haja vista a quantidade de nitrogênio retido (NR) ter sido igual para todos os tratamentos (Tabela 6).

O NR foi semelhante para as três dietas avaliadas com valores bem próximos a 50%, indicando eficiência no uso desse nutriente (RAPETTI et al., 2014). Ressalta-se que há uma relação positiva entre o nitrogênio retido e a produção de leite (LAPIERRE et al., 2005), uma vez que o balanço positivo significa que ocorreu retenção de N suficiente para atender as exigências de proteína metabolizável, além de ser uma boa estimativa da qualidade do nitrogênio disponível para formar os tecidos corporais, inclusive os da glândula mamária (SAFAYI & NIELSEN, 2013), porém o excesso de nitrogênio pode ser prejudicial ao metabolismo desse órgão (ALONSO-MÉLENDEZ et al., 2016). Desta forma, era esperado maior teor de proteínas totais e de ureia na circulação sanguínea desses animais (Tabela 7), fato este que não aconteceu, o que significa que não houve excesso de amônia no rúmen, haja vista a excreção de ureia também foi igual.

Vale destacar que a reciclagem da ureia proporciona maior gasto energético, pois para a formação de cada mol de ureia são gastos dois moles de ATP e, para que haja eficiência na reciclagem e excreção da ureia, exige-se maior eficiência do fígado e dos rins, respectivamente (OWENS & ZINN, 1988), o que poderia aumentar os teores de creatinina, bilirrubina direta, fosfatase alcalina, alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase e gama-glutamil transferase (Tabela 7), porém, apesar da ausência de efeito das dietas ou raças sobre os parâmetros sanguíneos, as concentrações das variáveis analisadas mantiveram-se dentro dos valores normais de referência (KANEKO et al., 2008). Nos animais em que as concentrações de creatinina, bilirrubina direta, proteínas totais, albumina e ureia estão dentro do intervalo de referência, observa-se uma maior produção de leite que nos animais em que a concentração é diminuída (CONTRERAS et al., 2000).

Como foi descrito no parágrafo anterior, quando o consumo de proteínas não supre as exigências nutricionais dos animais em lactação, a demanda de aminoácidos para a síntese de

proteína no leite reduz a síntese de outras proteínas, com destaque a albumina (CONTRERAS et al., 2000), logo conclui-se que a exigência foi suprida. Por outro lado, as enzimas alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase e gama-glutamil transferase também são bons indicadores de lesão hepática nos ruminantes, desde que seja excluída a possibilidade de lesões musculares e cardíacas, e está associada a ocorrência de intoxicação por ricina em ovinos (ASLANI et al., 2007). Portanto, a TMD, independente do produto alcalino para destoxificação, não ocasionou problemas hepáticos nas cabras.

O efeito para o CMS influenciou nos resultados de consumo de EE, FDN e NDT os quais mantêm relação direta, principalmente porque as dietas foram isoenergéticas (Tabela 2), logo a seletividade foi crucial no consumo destes componentes da dieta. Em relação ao consumo de NDT, os maiores valores pelas cabras alimentadas com FS é justificada pela maior quantidade de EE consumido (DANIELI & RONCHI, 2018). Segundo o NRC (2007), o consumo de NDT para cabras dessa categoria é de 1.200 g de NDT/dia, o que indica que todas as dietas supriram as exigências de NDT, até mesmo as que consumiram a ração a base de TMD NaOH (1294 g NDT/dia). O consumo de NDT tem relação direta com a energia consumida e direcionada aos produtos gerados pelos ruminantes, por isso pode-se inferir que a substituição do farelo de soja pelas TMD não reduziu o aporte energético do leite produzido, fato esse que não promoveu a redução valor energético do leite (Tabela 9).

O efeito das raças sobre a produção de leite diário e produção total ao longo da lactação (Tabela 8) já era esperado, haja vista que as cabras Saanen quando em condições ambientais e nutricionais iguais as Anglo Nubianas apresentam maior produção (LÔBO et al., 2017). Inclusive, os dados relacionados as curvas de lactação (Figura 3) ratificam esse resultado. Em resumo, a diferença de inclinação entre as raças implica em maior persistência de lactação das cabras Saanen. No tocante ao efeito das dietas, apesar das cabras alimentadas com a TMD terem produzido menos leite, a taxa de crescimento até o pico de produção foi maior, indicando rápido crescimento, o que pode refletir, inclusive, em menor tempo para atingirem o pico, porém com menor produção de leite.

Em relação a menor produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PL_{CG}) pelas cabras que consumiram as dietas com TMD, vários fatores podem ter contribuído de forma direta, entre os quais podem-se destacar o menor consumo de NDT e o menor teor de lactose no leite (Tabelas 3 e 9, respectivamente). Este último, está associado a regulação do volume de leite, devido à pressão osmótica nos alvéolos da glândula mamaria, assim quanto maior a quantidade de lactose, maior será a produção de leite (TORRES et al., 2016). Contudo, quando a produção é relacionada ao CMS, percebe-se que as cabras que consumiram as dietas TMD NaOH foram

mais eficientes que as cabras da dieta padrão e TMD Ca(OH)_2 , ou seja, o coeficiente para eficiência alimentar na produção de leite (EA_{PL}) foi menor, indicando maior eficiência (Tabela 8). No entanto, essa variável não deve ser analisada de forma isolada, pois apesar da maior EA_{PL} , a composição do leite oriundo de ambas as dietas que continha TMD foram inferiores aos constituintes do leite produzido pelas cabras alimentadas com FS (Tabela 9). Entre estes, destacam-se os sólidos do leite (g/dia) e o rendimento de queijo com a substituição do FS pelas TMD. Assim, observa-se que a TMD ao ser utilizada na alimentação de cabras em lactação pode afetar o rendimento dos derivados do leite. Tal resultado é de suma importância, considerando a forte tendência do mercado do leite de cabra para a produção de queijos e outros derivados lácteos (CLARK & GARCÍA, 2017).

A acidez do leite apresentou valor médio de 15,57 °D. Os resultados apresentados estão dentro do limite na Instrução Normativa n° 37 da legislação brasileira (Brasil, 2000), que variam de 13° a 18 °D. Quando a acidez titulável do leite apresenta teor superior a 18 °D é sinal de elevado grau de contaminação bacteriana, tendo em vista que a lactose é fermentada por bactérias lácticas, formando, principalmente, ácido lático, o qual é responsável pelo aumento da acidez do leite e, conseqüente, diminuição da lactose, o que pode diminuir a qualidade do leite destinado a comercialização. A higienização realizada nos tetos das cabras foi efetiva, o que contribuiu para minimizar a contaminação microbiana no leite, o que pode ser confirmado pela baixa contagem de células somáticas (Tabela 9). Da mesma forma, as dietas não influenciaram na densidade do leite, sendo este parâmetro utilizado para verificar informações sobre quantidade de gordura contida no leite, e também de possíveis fraudes, como a utilização de água no leite. Quanto maior o teor de gordura e de água na composição do leite, menor será a densidade. O leite produzido pelas cabras que consumiram a dieta com FS poderiam ter apresentado uma densidade menor, já que o teor de gordura foi maior (35,12 g/kg), porém como a quantidade de sólidos totais não diferiu entre os leites produzidos, a densidade foi igual.

É interessante observar que mesmo com a presença do ácido ricinoléico nas dietas com a TMD (Tabela 3), não foi observada presença deste ácido no leite, o que pode ser considerado algo benéfico, haja vista o metabolismo desse ácido no rúmen ser lento (ALVES et al., 2017), podendo ser excretado no leite. O ácido cáprico foi menor no leite produzido pelas cabras alimentadas com TMD NaOH, esse ácido graxo, assim como o capróico e o caprílico, é responsável pelo sabor e odor característico do leite de cabra, que diminuem a aceitação sensorial por boa parcela da população não habituada ao seu consumo (GARCÍA et al., 2014). Desta forma, pode-se inferir, indiretamente, que a TMD NaOH pode favorecer a aceitação por possíveis consumidores devido a diminuição deste ácido graxo, porém somente uma análise sensorial e/ou de aceitabilidade

poderia confirmar tal informação. Por outro lado, o ácido palmítico pode ser um indicador desta afirmação, pois segundo Chilliard et al. (2003) existe uma forte correlação negativa existente entre a atividade das enzimas lipolíticas, responsáveis pela oxidação e *off-flavor* do leite, e a concentração de ácido palmítico. Assim, os baixos níveis de ácido palmítico identificados no lácteo oriundo da dieta TMD NaOH podem indicar alta atividade de lipases e, conseqüentemente, maior possibilidade de oxidação e *off-flavor*, o que indica menor tempo de prateleira.

O ácido láurico foi maior no leite produzido pelas cabras alimentadas com as dietas à base de FS e TMD Ca(OH)₂, o aumento deste ácido de cadeia curta na gordura desses leites pode ser explicado pelo maior consumo de FDN. Esses ácidos são formados na glândula mamária pela síntese “de novo” e provenientes, principalmente, de moléculas de acetato e butirato resultantes da digestão de carboidratos estruturais presentes na dieta (HARVATINE et al., 2008). Desta forma, como o consumo de FDN foi maior nestas duas dietas (Tabela 4) acarretou uma maior quantidade de precursores de ácidos graxos de cadeia curta, com destaque ao ácido láurico.

Da mesma forma que os ácidos cáprico e palmítico, o ácido miristoléico foi menor no leite produzido pelas cabras alimentadas com TMD NaOH. O miristoléico foi o único monoinsaturado que diminuiu no leite, assim como o produzido pelas cabras que consumiram a dieta padrão. Mesmo assim, os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) para esse leite e o oriundo da dieta padrão foram maiores (Tabela 11). Em contrapartida, os teores de ácidos oléico e linoléico foram superiores (Tabela 10). A redução da quantidade dos ácidos linoléico e linolênico no leite das cabras alimentadas com a TMD Ca(OH)₂ é indesejável, pois apesar das dietas não terem influenciado na quantidade de linoléico conjugado, esses ácidos são importantes precursores para produção do CLA (TSIPLAKOU & ZERVAS, 2008). Possivelmente, este acontecimento foi devido à maior quantidade de ácidos graxos saturados na dieta (Tabela 3) quando comparada às demais, proporcionando mais substratos aos microorganismos ruminais, proporcionando a um ambiente mais propício para as bactérias hidrogenarem os ácidos graxos insaturados. Essa redução fez com que a quantidade de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) fosse menor no leite das cabras que consumiram dieta a base de TMD Ca(OH)₂, influenciando, inclusive, na menor relação AGPI:AGS e na quantidade de ácidos graxos desejáveis (Tabela 11). De acordo com Schmidely et al. (2005), o aumento na razão AGPI:AGS pode ser favorável para reduzir os níveis plasmáticos de colesterol, o que demonstra ser um ponto negativo para o leite oriundo da dieta TMD Ca(OH)₂. Da mesma forma, o índice de aterogenicidade (IA) foi maior neste leite, esse índice tem correlação negativa com a qualidade do leite, pois quanto mais baixo o IA, maior sua qualidade, diminuindo o risco de incidência de doenças cardiovasculares para pessoas que o consomem esse tipo de produto (ULBRICHT & SOUTHGATE, 1991).

Apesar da maior quantidade de AGPI no leite produzido pelas cabras que consumiram a dieta padrão e TMD NaOH, os ácidos pertencentes à família dos ômega-6 diminuiram no leite desta última, o que é algo indesejável, já que esses ácidos têm grande importância para a saúde humana, desempenhando função nutricional e possuindo propriedade anti-inflamatória (CATTANEO et al., 2006). No entanto, como esses ácidos não podem ser sintetizados pelos ruminantes (COOK, 2002), pode-se concluir que a dieta oriunda da TMD NaOH disponibilizou menor quantidade de ácidos pertencentes a esta família.

8.6 CONCLUSÕES

A torta de mamona destoxificada por soluções alcalinas em substituição ao farelo de soja demonstra ser uma alternativa viável na alimentação de cabras lactantes. Os tratamentos químicos alcalinos no processo de destoxificação afetam diretamente a qualidade do leite caprino.

Dietas formuladas com torta de mamona destoxificada diminuem a produção de leite de cabras durante o período lactacional, com destaque a torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio que controla o consumo afetando o desempenho produtivo, contudo esse efeito é compensado pela maior eficiência na produção e qualidade do leite.

Portanto, se a indústria de lácteos optar por um produto diferenciado, recomenda-se a utilização de dietas contendo torta de mamona destoxificada com NaOH, pois terá um produto com valor agregado. Caso contrário, pode-se optar pela dieta formulada com torta de mamona destoxificada com Ca(OH)_2 , a qual obteve-se produção semelhante aos animais alimentados com dietas a base de farelo de soja, porém com perfil nutritivo inferior.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 83, n. 3, p. 1598-1624, 2000.
- ALONSO-MÉLENDEZ, E.; MENDOZA, G.; CASTREJÓN-PINEDA, F.; DUCOING-WATTY, A. Milk production in dairy goats supplemented with different levels of ruminally protected methionine. **Journal of Dairy Research**, Cambridge. v. 83, n. 4, p. 148-150, 2016.
- ALVES, S. P.; ARAUJO, C. M.; QUEIROGA, R. C.; MADRUGA, M. S.; PARENTE, M. O. M.; MEDEIROS, A. N.; BESSA, R. J. B. New insights on the metabolism of ricinoleic acid in ruminants. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 100, n. 6, p. 8018-8032, 2017.
- ARAÚJO, R.A.; NEIVA, J. N. M.; POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; ROGÉRIO, M. C. P.; LUCAS, R. C.; MARANHÃO, S. R.; FONTINELE, R. G.; EGITO, A. S. Feeding behaviour and physiological parameters of rearing goats fed diets containing detoxified castor cake. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v. 39, n. 6, p. 2247-2260, 2018.
- ASLANI, M. R.; MALEKI, M.; MOHRI, M.; SHARIFIA, K.; NAJJAR-NEZHADA, V.; AFSHARI, E. Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. **Toxicon**, Minneapolis. v. 49, n. 2, p. 400-406, 2007.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS—AOAC, 2003. **Official Methods of Analysis**, 17th 2nd rev. ed. Association of Analytical Chemists—AOAC, Gaithersburg, M. D, p. 1094.
- BALDI, A.; CHELI, F.; CORINO, C.; DELL'ORTO, V.; POLIDORI, F. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 6, n. 4, p. 303-310, 1992.
- BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, Toronto. v. 37, n. 4, p. 911-917, 1959.
- BORJA, M. S.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, T. M.; BEZERRA, L. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, N. G.; BORJA, A. D. P. Effectiveness of calcium oxide and autoclaving for the detoxification of castor seed meal in finishing diets for lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri. v. 231, n. 4, p. 76-78, 2017.
- BRASIL. 2000. **Ministry of Agriculture, Livestock and Supply**. Agriculture Defense Department. Instruction No. 37 of 31 October 2000 approves the technical regulation of identity and quality of goat's milk. Official Journal Online of the Federative Republic of Brazil, Brasilia, DF, Section 1, 23.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influence of incubation time and particles size on indigestible compounds contents in cattle feeds and feces obtained by in situ procedures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 37, n. 4, p. 335-342, 2008.

CATTANEO, D.; DELL'ORTO, V.; VARISCO, G. Enrichment in n-3 fatty acids of goat's colostrum and milk by maternal fish oil supplementation. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 64, n. 4, p. 22-29, 2006.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 86, n. 4, p. 1751-1770, 2003.

CHOI, B. R.; PALMQUIST, D. L.; ALLEN, M. S. Cholecystokinin mediates depression of feed intake in dairy cattle fed high fat diets. **Domestic Animal Endocrinology**, Stillwater. v. 19, n. 6, p. 159-175, 2000.

CLARK, S.; GARCÍA, M. B. M. A 100-Year Review: Advances in goat milk research. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 100, n. 5, p. 10026-10044, 2017.

CONTRERAS, P.; WITTEW, F.; BÖHMWALD, H. 2000. **Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes**. In: Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. pp. 75-88.

COOK, H. W. 2002. **Fatty acid desaturation and chain elongation in eukaryotes**. In: Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes, 4th Elsevier, Amsterdam, p. 129-152.
DANG, L.; VAN DAMME, E. J. S. Toxic proteins in plants. **Phytochemistry**, Londres, v. 117, n. 1, p. 51-64, 2015.

DANIELI, P. P.; RONCHI, B. Developing a predictive model for the energy content of goat milk as the basis for a functional unit formulation to be used in the life cycle assessment of dairy goat production systems. **Animal**, Oxford. v. 12, n. 4, p. 408-416, 2018.

FONSECA, C. E. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; RODRIGUES, M. T.; PINA, D. S.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; ARAÚJO, A. M. Microbial protein synthesis in lactating goats fed diets with increasing levels of dietary protein. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 35, n. 3, p. 1169-1177, 2006.

FORBES, J. M. 2007. **Voluntary food intake diet selection in farm animals**. 2.ed. CAB International, Cambridge, 453 pp.

GARCÍA, V.; ROVIRA, S.; BOUTOIAL, K.; LÓPEZ, M. B. Improvements in goat milk quality: A review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 121, n. 4, p. 51-57, 2014.

GOETSCH, A. L. Invited Review: Current áreas of research of feeding practices for lactating goats. **The Professional Animal Scientist**, East Lansing. v. 32, n. 3, p. 725-735, 2016.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, Oxford. v. 81, n. 3, p. 3226-3232, 2003.

HARVATINE, K. J.; ALLEN, M. S. Effects of fatty acid supplements on feed intake, and feeding and chewing behavior of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 89, n. 6, p. 1104-1112, 2006.

HARVATINE, K. J.; BOISCLAIR, Y. R.; BAUMAN, D.E. Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. **Animal**, Oxford. v. 3, n. 4, p. 40-54, 2009.

JENKINS, T. C.; HARVATINE, K. J. Lipid feeding and milk fat depression. **Veterinary clinics of North America**. v. 30, n. 5, p. 623-642, 2014, 2014.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M.L. 2008. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 6th Academic Press, San Diego, p. 916.

LAPIERRE, H.; BERTHIAUME, R.; RAGGIO, G.; THIVCIERGE, M.; DOEPEL, L.; PACHECO, D.; LOBLEY, G. The route of absorbed nitrogen into milk protein. **Animal**, Oxford. v. 80, n. 6, p. 11-22, 2005.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standartization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 57, n. 6, p. 347–358, 1996.

LITHERLAND, N. B.; THIRE, S.; BEAULIEU, A. D.; REYNOLDS, C. K.; BENSON, J. A.; DRACKLEY, J. K. Dry matter intake is decreased more by abomasal infusion of unsaturated free fatty acids than by unsaturated triglycerides. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 88, n. 5, p. 632-643, 2005.

LÔBO, A. M. B. O.; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; SOUZA, V.; ALVES, A. A. C.; COSTA, A. C.; ALBUQUERQUE, M. A. M. Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 153, n. 7, p. 9-16, 2017.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. Gaithersburg, v. 85, n. 3, p. 1217–1240, 2002.

MOLKENTIN, J.; PRECHT, D. Validation of a gas-chromatographic method for the determination of milk fat contents in mixed fats by butyric acid analysis. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Berlin. v. 102, n. 4, p. 194–201, 2000.

MOREIRA, M. N.; SILVA, A. M. A.; CARNEIRO, H.; BEZERRA, L. R.; MORAIS, R. K. O.; MEDEIROS, F. F. In vitro degradability and total gas production of biodiesel chain byproducts used as a replacement for cane sugar feed. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá. v. 36, n. 4, p. 399-403, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL—NRC, 2007. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. National Academy Press, Washington, DC pp. 384.

NELDER, J. A. 1966. Inverse polynomial, a useful group of multifactor response functions. **Biometrics**, Munique. v. 22, n. 5, p. 128-141.

OTHMANE, M. H.; FUENTE, L. F.; CARRIEDO, J. A.; SAN PRIMITIVO, F. Heritability and genetic correlations of test day milk yield and composition, individual laboratory cheese yield, and somatic cell count for dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 85, . 4, p. 2692-2698, 2002.

OWENS, F. N.; ZINN, R. 1988. **Protein metabolism of ruminant animals**. In: The ruminant animal: digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs: Prentice Hall. p. 227-268.

PULINA, G.; MILÁN, M. J.; LAVÍN, M. P.; THEODORIDIS, A.; MORIN, E.; CAPOTE, J.; THOMAS, D. L.; FRANCESCONI, A. H. D.; CAJA, G. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 101, n. 5, p. 1-15, 2018.

RAPETTI, L.; COLOMBINI, S.; GALASSI, G.; CROVETTO, M. G.; MALAGUTTI, L. Relationship between milk urea level, protein feeding and urinary nitrogen excretion in high producing dairy goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 121, n. 4, p. 96-100, 2014.

ROMERO-HUELVA, M.; RAMÍREZ-FENOSA, M. A.; PLANELLES-GONZÁLEZ, R.; GARCÍA-CASADO, P.; MOLINA-ALCAIDE, P. Can by-products replace conventional ingredients in concentrate of dairy goat diet ?. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 100, n. 6, p. 1-13, 2017.

SAFAYI, M.; NIELSEN, M.O. Intravenous supplementation of acetate, glucose or essential amino acids to an energy and protein deficient diet in lactating dairy goats: Effects on milk production and mammary nutrient extraction. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 112, n. 4, p. 162-173, 2013.

SAS INSTITUTE, 2005. **SAS system for Windows**: versão 9.4. SAS Institute, Cary.

SCHMIDELY, P.; MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Influence of extruded soybeans with or without bicarbonate on milk performance and fatty acid composition of goat milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 88, n. 5, p. 757-765, 2005.

SKLAN, D.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 75, n. 6, p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, Savoy. v. 70, n. 6, p. 3562-3577, 1992.

TEIXEIRA, I. A. M. A.; ST-PIERRE, N.; RESENDE, K. T.; CANNAS, A. Prediction of intake and average daily gain by different feeding systems for goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 98, n. 3, p. 93-97, 2011.

TORRES, A.; CASTRO, N.; SUÁREZ-TRUJILLO, A.; ARGÜELLO, A.; CAPOTE, J. Interrelationships among the length of milk stasis, tight junction permeability to lactose and monovalent cations, rate of milk secretion and composition in dairy goats traditionally milked once a day. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 137, n. 6, p. 85-90, 2016.

TSIPLAKOU, E.; ZERVAS, G. The effect of dietary inclusion of olive tree leaves and grape marc on the content of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in the milk of dairy sheep and goats. **Journal of Dairy Research**, Champaign. v. 75, . 8, p. 270-278, 2008.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, Londres. v. 338, n. 5, p. 985-992, 1991.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 74, n. 5, p. 3583–3597, 1991.

WEISS, W.P. 1999. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Proc. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Cornell University, Ithaca, USA. pp. 176–185.

YOUSFI, I.; BEN SALEM, H.; AOUADI, D.; ABIDI, S. Effect of sodium chloride, sodium sulfate or sodium nitrite in drinking water on intake, digestion, growth rate, carcass traits and meat quality of Barbarine lamb. **Small Ruminant Research**, Amsterdam. v. 143, n. 4, p. 43-52, 2016.

9 CAPÍTULO VIII: COMPORTAMENTO INGESTIVO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CABRAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência da substituição do farelo de soja (FS) pela torta de mamona destoxificada (TMD) por dois produtos alcalinos sobre o comportamento alimentar e parâmetros fisiológicos de cabras lactantes das raças Saanen e Anglo Nubiana de primeira lactação, com idade aproximada de 17 meses, peso corporal de $43 \pm 2,97$ kg. Os tratamentos consistiram de três dietas, uma com formulação padrão à base de milho e FS e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$) e outra por hidróxido de sódio (TMD NaOH), as quais foram isoproteicas e isoenergéticas. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3 x 2 (dieta e raça) com três repetições por combinação. Houve efeito das dietas sobre o consumo de MS e FDNcp ($P < 0,05$), com menores valores para as cabras alimentadas com TMD NaOH. Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre os tempos de alimentação, ruminação, tempo em outras atividades e tempo em ócio, eficiência de ruminação da FDN e o tempo de mastigação total foram influenciados ($P < 0,05$) pelas dietas. As cabras alimentadas com a dieta a base de TMD NaOH tiveram a maior eficiência de ruminação da FDN (92,92 g FDN/horas) e menor tempo de mastigação total (12,46 horas/dia). As cabras da dieta TMD NaOH consumiram maiores quantidades de água e as Saanen urinaram mais vezes que as Anglo Nubianas. Observou-se efeito das dietas sobre a frequência cardíaca e temperatura retal ($P < 0,05$). As cabras alimentadas com a dieta a base de FS apresentaram maior frequência cardíaca (90,23 batimentos/minuto) e maior temperatura retal (39,09 °C). A torta de mamona destoxificada pelo hidróxido de cálcio e/ou hidróxido de sódio tem grande potencial para substituir o farelo de soja na alimentação de cabras em lactação. Quando usado na composição de dietas para cabras lactantes, a torta de mamona destoxificada pelo hidróxido de sódio leva à redução do CMS, bem como da FDN, porém ambas as tortas não alteram negativamente os parâmetros fisiológicos das cabras.

Palavras-chave: Água. Anglo Nubiana. Cálcio. Ruminação. Sódio. Saanen.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of the substitution of soybean meal (SM) by detoxified castor (DCC) by two alkaline products on the feeding behavior and physiological parameters of lactating goats of Saanen breeds and Anglo Nubian of first lactation, with approximate age of 17 months, body weight of 43 ± 2.97 kg. The treatments consisted of three diets, with a standard formulation based on corn and FS and the others were formulated with detoxified castor by calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ DCC) and another by sodium hydroxide (NaOH) DCC, which were and isonitrogenous and isoenergetic. It was used a completely randomized design with a factorial arrangement 3×2 (diet and breed) with three replicates per combination. There was no effect of diets on the consumption of DM and NDFap ($P < 0.05$), with lower values for the goats fed with NaOH DCC. There was no effect ($P < 0.05$) of diets on the fill times, rumination, time in other activities and time in idleness, rumination efficiency of NDF and chewing time total were influenced ($P < 0.05$) by the diets. The goats fed with diet the basis of NaOH DCC had the greater efficiency of rumination of neutral detergent fiber (NDF 92.92 g/hour) and lower total chewing time (12.46 hrs/day). The goats of NaOH DCC diet intake larger quantities of water and the saanen urinate more times that the Anglo Nubian. We observed effect of diets on the cardiac frequency and rectal temperature ($P < 0.05$). The goats fed with diet the basis of SM presented a higher heart rate (90.23 beats/minute) and increased rectal temperature (39.09 °C). The detoxified castor by calcium hydroxide and/or sodium hydroxide has great potential to replace soybean meal in feed for lactating goats. When used in the composition of diets for lactating goats, the detoxified castor with sodium hydroxide leads to the reduction of intake DM, as well as the NDF, but both pies do not adversely affect the physiological parameters of goats.

Keywords: Water. Anglo Nubian. Calcium. Rumination. Sodium. Saanen.

9.1 INTRODUÇÃO

É notório que o uso de alimentos concentrados se torna praticamente indispensável na manutenção da produção de animais de alta produção, como as cabras das raças Saanen e Anglo Nubiana, por exemplo. No entanto, é muitas vezes limitado, devido ao seu elevado custo. Desta forma, a utilização de ingredientes localmente disponíveis pode ser uma alternativa viável para a produção animal. Neste contexto, a utilização de subprodutos da indústria do biodiesel vem apresentando bons resultados de ganho de peso e produção de leite em diversas espécies (MEDEIROS et al., 2015; VISONÁ-OLIVEIRA et al., 2015).

Na região nordeste do Brasil, uma das possibilidades é o uso da torta de mamona (SEVERINO et al., 2012). Porém, existe um fator limitante para o uso da torta de mamona na alimentação animal, haja vista a presença da ricina na semente de mamona, glicoproteína tóxica constituída de duas subunidades A (36 KDa) e B (29 KDa), ligadas por pontes dissulfídicas. A ingestão da semente de mamona pode causar intoxicação em ruminantes (WORBS et al., 2011). Trabalhos recentes têm demonstrado o potencial de utilização da torta e/farelo de mamona em substituição ao farelo de soja em dietas para ruminantes após algum processo de destoxificação (POMPEU et al., 2012, FURTADO et al., 2012, GIOMBELLI et al., 2014, NICORY et al., 2015). No entanto, poucas são as avaliações em cabras leiteiras, principalmente porque a possibilidade de resíduos no leite, torna outro entrave na utilização desse subproduto.

Por outro lado, deve-se levar em consideração a interação entre os animais de diferentes genótipos e seu ambiente criatório. Principalmente quando se trata de animais confinados, pois o manejo empregado representa grande parcela dos resultados obtidos. Com isso, avanços em pesquisas científicas vêm ocorrendo na área de nutrição animal, em especial quanto ao estudo do comportamento animal e aos processos fisiológicos, e como os diferentes fatores os afetam, particularmente quando há mudanças nas dietas fornecidas (ARAÚJO et al., 2018).

Partindo-se da premissa que a inclusão da torta de mamona em dietas de cabras em lactação pode influenciar o desempenho dos animais, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento alimentar e os parâmetros fisiológicos de cabras das raças Saanen e Anglo Nubiana em confinamento.

9.2 MATERIAL E MÉTODOS

9.2.1 Área experimental e período de ensaio

O trabalho foi conduzido no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°44'57,42" sul e 40°20'43,50" oeste) localizado na cidade de Sobral-CE, Brasil, no período compreendido entre novembro de 2016 a abril de 2017. Todos

os procedimentos envolvendo animais foram realizados de acordo com os regulamentos da Comissão de Ética no Uso de Animais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa com Caprinos, protocolo Nº 005/2015. As análises químicas dos alimentos foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal e bioquímica da Embrapa Caprinos e Ovinos.

9.2.2 Animais, delineamento experimental e dietas

Foram utilizadas 18 cabras com peso corporal de $43 \pm 2,97$ kg e condição de escore corporal de $2,5 \pm 0,5$ kg, sendo 9 Saanen e 9 Anglo Nubiana, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema de arranjo fatorial 3×2 (dieta x raça). As cabras foram submetidas a um regime de confinamento em baias individuais, suspensas e com piso ripado de $5,06 \text{ m}^2$, sendo $2,87 \text{ m}^2$ de solário, providas de bebedouros, comedouros e saleiros.

Os tratamentos consistiram de três dietas, a primeira foi formulada com milho e farelo de soja (FS) e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$) e outra composta por torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio (TMD NaOH), ambas em total substituição ao farelo de soja. Como volumoso foi utilizado o feno de capim-tifton 85, triturado em partícula de aproximadamente 4 cm. As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as exigências de cabras com peso corporal de 45 kg e produção diária de 1,5 litros de leite, com base nas recomendações do NRC (2007), sendo isoproteicas e isoenergéticas. A composição química dos ingredientes encontra-se na Tabela 1 e a proporção dos ingredientes e sua composição química com base na relação volumoso:concentrado encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Nutriente (g/kg de matéria seca)	Ingredientes				
	Feno	Milho	FS ^a	TMD ^b	TMD ^c
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	872,50	889,20	870,20	904,20	904,80
Matéria orgânica	911,30	965,90	956,90	867,70	855,60
Matéria mineral ^d	88,70	34,10	43,10	132,30	144,40
Proteína bruta	104,10	79,50	443,30	315,40	309,00
Proteína insolúvel em detergente neutro	26,98	30,23	131,75	100,27	102,74
Proteína insolúvel em detergente ácido	12,26	20,92	40,03	48,79	49,35
Extrato etéreo	14,50	36,80	28,80	52,10	47,50
Carboidratos totais	792,80	845,70	484,70	500,10	492,60
Carboidratos não fibrosos	277,80	722,40	320,80	103,90	132,40
Fibra em detergente neutro	722,70	184,60	217,80	483,40	443,50
FDN corrigido para cinzas e proteína	514,90	123,20	163,80	396,10	360,10
Fibra em detergente ácido	472,20	69,00	117,90	379,20	388,70
Hemicelulose	248,40	115,50	99,80	104,10	54,70
Celulose	413,60	60,20	105,60	328,50	342,60
Ligninas	60,60	8,80	12,20	50,70	46,10
Nutrientes digestíveis totais	546,80	848,00	822,50	620,50	627,90

^a Farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por Ca(OH)₂.

^c Torta de mamona destoxificada por NaOH.

^d TMD Ca(OH)₂: 0,9 g de Na/kg MS e 2,25 g de Ca/kg MS, TMD NaOH: 29,2 g de Na/kg de MS e 0,63 g de Ca/kg de MS.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química (% na MS) das dietas.

Ingrediente (g/kg MS)	Dietas		
	Dieta padrão (FS)	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
	Proporção dos ingredientes		
Feno de Capim-tifton 85	525,40	485,80	474,30
Milho moído	414,20	424,60	437,40
Farelo de soja	58,70	-----	-----
Torta de mamona destoxificada	-----	89,60	85,70
Calcário	1,70	-----	2,6
Premix mineral ^a	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>
Nutriente (g/kg MS)	Composição química		
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	883,03	890,84	885,76
Matéria orgânica	939,17	933,06	930,90
Matéria mineral	62,49	66,94	71,43
Proteína bruta	113,94	110,13	112,12
Proteína insolúvel em detergente neutro	12,54	13,58	13,89
Proteína insolúvel em detergente ácido	3,17	3,65	3,54
Extrato etéreo	26,46	29,22	29,82
Carboidratos totais	759,80	766,30	756,60
Carboidratos não fibrosos	471,80	468,70	477,40
Fibra em detergente neutro	416,78	424,98	404,54
FDN corrigido para cinza e proteína	287,97	297,65	279,21
Fibra em detergente ácido	352,80	356,60	337,19
Hemiceluloses	166,06	163,67	152,66
Celulose	211,88	221,19	209,34
Ligninas	30,86	32,62	30,32
Nutrientes digestíveis totais	674,90	678,80	678,70

^aComposição (nutrientes/kg de suplemento): Cálcio = 218 g; Fósforo = 71 g; Enxofre = 20 g; Magnésio = 20 mg; Potássio = 28,20 mg; Cobalto = 30 mg; Selênio = 15,30 mg; Zinco = 1700 mg; Flúor = 710 mg; Vitamina A = 135.000 UI/kg; Vitamina D3 = 68.000 UI/kg; Vitamina E = 450 UI/kg.

9.2.3 Destoxificação e medição de ricina

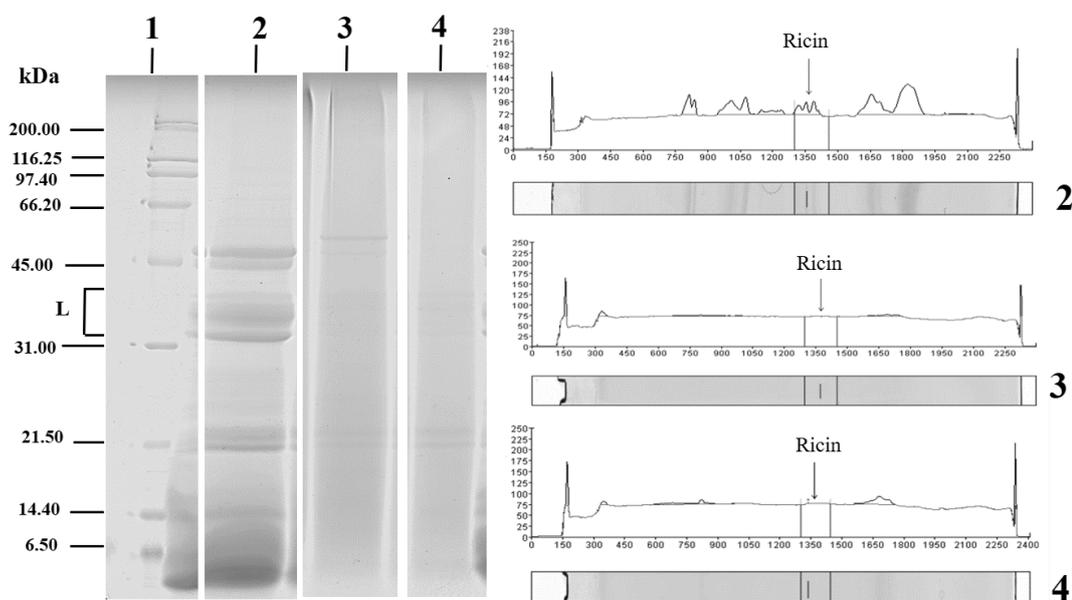
A torta de mamona utilizada foi obtida por prensagem mecânica, utilizando temperaturas entre 90 e 100 °C, da semente de mamona, para obtenção do óleo de rícino. Para a destoxificação da torta de mamona bruta foram utilizados dois produtos alcalinos, hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) e hidróxido de sódio (NaOH) nas proporções de 90 e 60 g/kg de torta, respectivamente. Para a diluição e eficácia dos reagentes, foi utilizado 2000 ml de água/kg de torta de mamona bruta. A torta foi destoxificada através da adaptação de um misturador semiautomático para homogeneização da solução destoxificante. Para a mistura da solução foi utilizada uma betoneira estacionária (Fischer[®] MOB 400 G2), equipada com motor trifásico.

Após três horas de mistura na betoneira (dez minutos misturando e trinta minutos em repouso, alternadamente) a torta foi colocada sobre uma lona plástica, ao ar livre, por um

período de 48 horas sendo constantemente revolvida para uma secagem de forma homogênea. Depois de seca, a torta foi triturada em máquina forrageira com crivo de 8 mm, para permitir a redução no tamanho do material e facilitar a sua homogeneização com os demais ingredientes.

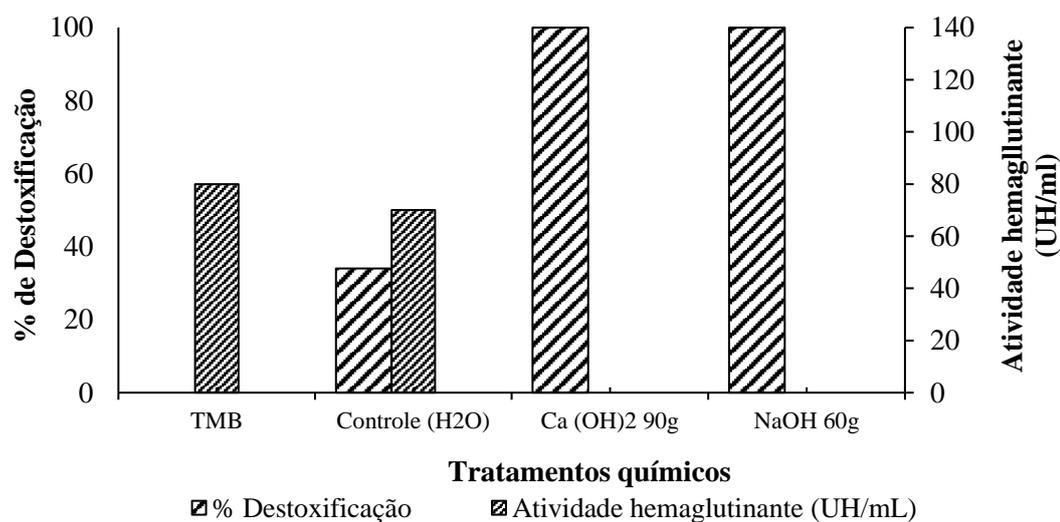
Para confirmação da destoxificação foram feitos bioensaios de hemaglutinação e análises por eletroforese em SDS-PAGE através da confirmação do desaparecimento das bandas de ricina, para garantir que a torta estivesse destoxificada (Figura 1).

Figura 1 - Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).



Os bioensaios foram realizados com soluções contendo hemácias de coelho para avaliar a presença ou não da *ricinus aglutinina*. Dos tratamentos testados, observou-se que as concentrações de 90 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e 60 g de NaOH destoxificaram 100% da ricina presente nas tortas de mamonas, confirmadas através de densitometria, utilizando o software ImageJ (National Institutes of Health, USA), ratificada pela avaliação da atividade hemaglutinante, a qual foi negativa (Figura 2). Portanto, foram utilizadas essas duas concentrações para destoxificar a torta bruta, visando a formulação das dietas.

Figura 2 - Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.



9.2.4 Análise química

No dia do ensaio de comportamento, as dietas foram fornecidas às 8 horas e às 16 horas, de forma a permitir 10% do fornecimento em sobras. Foram colhidas amostras do fornecido, tanto do volumoso quanto do concentrado, bem como das sobras no dia seguinte, os quais foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer à -18 °C. Nas amostras de alimentos (sobras e fornecido) foram determinados os teores de MS (método nº 934.01), matéria orgânica (método nº 942.05), proteína bruta (método nº 954.01), extrato etéreo (método nº 920.39) de acordo com a AOAC (2003). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinzas residuais (Mertens, 2002).

Para a formulação das dietas, a estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foi feita conforme Licitra et al. (1996). O teor de ligninas foi obtido a partir da metodologia descrita em Detmann et al. (2012), com o resíduo do FDA tratado com ácido sulfúrico a 72%. O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado com adaptação ao proposto por Hall (2003), utilizando o FDN_{cp}, sendo: $CNF = (100 - \%FDN_{cp} - \%PB - \%EE - \%cinza)$. O teor de carboidratos totais (CT) foi obtido pela fórmula: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT)

foi calculado segundo Weiss (1999). Os valores de NDT foram convertidos em energia líquida (EL) e energia digestível (ED), utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001).

9.2.5 Avaliação do comportamento ingestivo

As observações do comportamento alimentar foram realizadas de modo instantâneo a intervalos de 10 minutos (ingestão de ração, ruminação, outras atividades e ócio) durante 24 horas. No decorrer da noite, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, procedimento adotado desde cinco noites anteriores para ambientação dos animais. Além disso, no intervalo entre duas observações, foi acompanhada a frequência de ingestão de água, micção e defecação. No dia seguinte, foram feitas colheitas durante três períodos de duas horas (08 às 10 horas, 14 às 16 horas e 18 às 20 horas) para estimar o número de mastigações meréricas por bolo ruminal (MMnb) e o tempo despendido de mastigação merérica por bolo ruminal (MMtb), utilizando cronômetro digital.

Para a eficiência de alimentação (EA) e eficiência de ruminação (ER) em função da MS (g MS/h) e da FDN (g FDN/h) ingeridas, tempo de alimentação (T_{AL} , minutos/dia), tempo de ruminação (T_{RUM} , minutos/dia) e de mastigação total (TMT, h/dia), seguiu-se a metodologia citada por Bürger et al. (2000).

9.2.6 Avaliação dos parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e temperatura superficial corpórea (TSC) foram aferidos, nesta ordem, a fim de diminuir a influência do estresse de contenção física, durante três dias consecutivos, nos seguintes horários: 7 às 8 horas, 12 às 13 horas e 18 às 19 horas. A TR foi determinada através da introdução de um termômetro clínico digital (Techline® TS-101PM), com escala até 42,9 °C, introduzida diretamente no reto do animal, permanecendo por um período de estabilização até o disparo do sinalizador e o resultado expresso em graus centígrados.

A TSC correspondeu à média aritmética das temperaturas obtidas em cinco regiões determinadas do corpo: temperatura superficial da frente (TSF), do pescoço (TSP), do lombo (TSL), do costado (TSC), do ventre (TSV), com auxílio de termômetro infravermelho digital sem contato (ICEL-Manaus®– TD-950). A FR e FC foram obtidas com o auxílio de estetoscópio flexível ao nível da região laringo-traqueal para a FR, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos e o valor obtido multiplicado por quatro, e os valores expressos em movimentos por minuto (movimentos/minuto), e entre o terceiro e quarto espaço intercostal,

próximo à articulação costochondral, durante um minuto para a FC, com valores expressos em batimentos por minuto (batimentos/minutos).

9.2.7 Análise estatística

Inicialmente os dados foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilks) e de homocedasticidade (Levene) e, atendida as pressuposições, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As análises foram realizadas a partir do seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde Y_{ijk} é a variável dependente correspondente à observação experimental; μ é a média geral; α_i é o efeito fixo das dietas; β_j é o efeito fixo da raça; $(\alpha\beta)_{ij}$ é o efeito de interação; e e_{ijk} é o erro aleatório, assumindo uma distribuição normal. A interação entre dieta e raça foi desdobrada somente quando significativa a 5% de probabilidade. Para avaliar os efeitos de dieta e raça, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS, versão 9.4 (SAS INSTITUTE, 2005).

9.3 RESULTADOS

Houve efeito das dietas sobre o CMS e CFDNcp ($P < 0,05$), porém sem efeito das raças ($P > 0,05$) ou interação entre ambos os fatores. Observou-se maior CMS e FDNcp para as cabras alimentadas com FS e TMD Ca(OH)_2 (Tabela 3). As dietas também influenciaram ($P < 0,05$) o tempo de alimentação, tempo de ruminação, tempo em outras atividades e tempo em ócio. Em relação as raças, observou-se efeito deste fator sobre estes dois últimos parâmetros.

Tabela 3 - Consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDN_{CP}), tempo de alimentação (T_{AL}), de ruminação (T_{RUM}), em outras atividades (T_{OATIV}) e em ócio (T_{OCIO}) de cabras em lactação alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.

Raça	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça	D x R
	CMS (g/dia)						
Saanen	2250,70	2110,65	1962,71	2108,02	*	0,416	0,213
Anglo Nubiana	2220,94	2132,78	1980,78	2111,50			
Média	2235,82a	2121,715a	1971,745b				
	CFDN _{CP} (g/dia)						
Saanen	657,93	685,84	628,97	657,58	*	0,817	0,737
Anglo Nubiana	689,96	663,78	602,26	652,00			
Média	673,95a	674,81a	615,62b				
	T _{AL} (minutos/dia)						
Saanen	378,00	373,00	359,25	370,08	*	0,095	0,092
Anglo Nubiana	390,50	390,50	340,50	373,83			
Média	384,25a	381,75a	349,88b				
	T _{RUM} (minutos/dia)						
Saanen	463,00	483,00	388,00	444,67	*	0,176	0,916
Anglo Nubiana	465,50	480,50	408,00	451,33			
Média	464,25a	481,75a	398,00b				
	T _{OATIV} (minutos/dia)						
Saanen	335,00	355,00	385,00	358,33B	*	*	0,097
Anglo Nubiana	375,00	390,00	420,00	395,00A			
Média	355,00c	372,50b	402,50a				
	T _{ÓCIO} (minutos/dia)						
Saanen	264,00	229,00	307,75	360,83B	*	*	0,085
Anglo Nubiana	209,00	179,00	271,50	421,25A			
Média	236,50b	204,00b	289,63a				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Foram observados maiores tempos de alimentação e ruminação para as cabras que receberam as dietas com FS e TMD Ca(OH)₂ (384,25 e 381,75 minutos/dia, respectivamente). Observou-se que as cabras da raça Anglo Nubiana dedicaram mais tempo com outras atividades (395,00 minutos/dia) quando comparadas as da raça Saanen (358,33 minutos/dia). De forma similar, o tempo em ócio foi maior para as cabras Anglo Nubianas. Não houve efeito (P>0,05) das dietas ou raças sobre a eficiência de alimentação da MS, eficiência de alimentação da FDN, eficiência de ruminação da MS. Por outro lado, a eficiência de ruminação da FDN e o tempo de mastigação total foram influenciados (P<0,05) pelas dietas. As cabras alimentadas com a dieta a base de TMD NaOH tiveram a maior eficiência de ruminação da FDN (92,92 g FDN/horas) e menor tempo de mastigação total (12,46 horas/dia).

Tabela 4 - Eficiência de alimentação da matéria seca (EAL_{MS}), da fibra em detergente neutro (EAL_{FDN}), Eficiência de ruminação da matéria seca (ERU_{MS}) da fibra em detergente neutro (ERU_{FDN}), tempo de mastigação total (TMT) e número de bolos ruminais (NBR) de cabras em lactação alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.

Raça	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça	D x R
EAL_{MS} (g MS/h)							
Saanen	357,25	339,51	327,80	341,52	0,158	0,764	0,791
Anglo Nubiana	341,25	327,70	349,04	339,33			
Média	349,25	333,61	338,42				
EAL_{FDN} (g FDN/h)							
Saanen	104,43	110,32	105,05	106,60	0,134	0,937	0,725
Anglo Nubiana	106,01	101,99	106,13	104,71			
Média	105,22	106,16	105,59				
ERU_{MS} (g MS/h)							
Saanen	291,67	262,19	303,51	285,79	0,597	0,607	0,178
Anglo Nubiana	286,27	266,32	291,29	281,29			
Média	288,97	264,26	297,40				
ERU_{FDN} (g FDN/h)							
Saanen	85,26	85,20	97,26	89,24	*	0,710	0,517
Anglo Nubiana	88,93	82,89	88,57	86,80			
Média	87,10b	84,04b	92,92a				
TMT (h/dia)							
Saanen	14,02	14,27	12,45	13,58	*	0,077	0,075
Anglo Nubiana	14,27	14,52	12,48	13,75			
Média	14,14a	14,39a	12,46b				
NBR (nº/dia)							
Saanen	1120,63	1047,62	1007,48	1058,58	0,582	0,176	0,701
Anglo Nubiana	942,44	881,79	757,69	860,64			
Média	1031,54	964,70	882,59				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas e raças sobre a frequência de ingestão de água e efeito das raças sobre a frequência de micções diárias (Tabela 5). As cabras alimentadas com a TMD NaOH foram mais vezes aos bebedouros consumir água (9,84 vezes/dia), sendo que as Saanen apresentaram uma frequência maior (7,44 vezes/dia) que as Anglo Nubianas (5,83 vezes/dia). Observou-se que as cabras Anglo Nubianas (6,79 vezes/dia) urinaram menos que as Saanen (11,40 vezes/dia).

Tabela 5 - Ingestão de água (IA), micções (MIC) e defecações (DEF) de cabras em lactação alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.

Raça	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça	D x R
	Ingestão de água (vezes/dia)						
Saanen	5,69	7,44	9,19	7,44A	*	0,119	*
Anglo Nubiana	4,81	2,19	10,50	5,83B			
Média	5,25b	4,81b	9,84a				
	Micção (vezes/dia)						
Saanen	11,31	9,32	13,56	11,40A	0,121	*	0,098
Anglo Nubiana	9,21	7,21	3,94	6,79B			
Média	10,26	8,27	8,75				
	Defecação (vezes/dia)						
Saanen	7,54	8,05	8,31	7,97	0,083	0,134	0,491
Anglo Nubiana	8,38	6,79	10,94	8,70			
Média	7,96	7,42	9,63				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se efeito das dietas sobre a frequência cardíaca e temperatura retal ($P < 0,05$). As cabras alimentadas com a dieta a base de FS apresentaram maior frequência cardíaca (90,23 batimentos/minuto) e maior temperatura retal (39,09 °C), porém não diferiu da temperatura retal das cabras alimentadas com a dieta contendo a TMD Ca(OH)_2 (39,05 °C).

Tabela 6 - Frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura superficial corpórea (TSC) cabras em lactação alimentadas com dietas com torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja.

Raça	Dietas			Média	P-valor		
	DFS ^a	TMD ^b	TMD ^c		Dieta	Raça	D x R
	FC (bat/min)						
Saanen	87,03	87,04	85,23	86,44	*	0,132	0,301
Anglo Nubiana	93,43	83,48	85,70	87,54			
Média	90,23a	85,26b	85,47b				
	FR (movim/min)						
Saanen	39,12	38,12	38,69	38,64	0,243	0,191	0,318
Anglo Nubiana	39,73	39,09	37,70	38,84			
Média	39,42	38,60	38,20				
	TR (°C)						
Saanen	39,03	39,08	38,85	38,99	*	0,365	0,163
Anglo Nubiana	39,16	39,02	38,92	39,03			
Média	39,09a	39,05a	38,89b				
	TSC (°C)						
Saanen	36,18	36,29	37,03	36,50	0,127	0,053	0,587
Anglo Nubiana	36,58	36,45	36,71	36,58			
Média	36,38	36,37	36,87				

^a Dieta farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

^c Torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Médias seguidas de letra comum, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

9.4 DISCUSSÃO

O menor CMS e CFDNcp para as cabras alimentadas com TMD NaOH deve estar relacionado ao teor de sódio na torta de mamona destoxificada por esse produto alcalino (Tabela 1), pois a maior inclusão de sódio na dieta de ruminantes proporciona um efeito autorregulador do consumo voluntário pelos animais (PAULINO, 2000). Observa-se que a quantidade de sódio na TMD NaOH (Tabela 1) era 32,4 vezes superior que na TMD Ca(OH)₂, o que evidencia ainda mais esse efeito no controle do CMS. Araújo et al. (2018) avaliaram a substituição do farelo de soja pela TMD NaOH em dieta de cabritas leiteiras e também observaram redução no consumo de MS por esses animais, uma diminuição em torno de 19,30% quando comparado ao consumo pelas cabras que consumiram a dieta a base de farelo de soja. Nesta pesquisa, a redução do consumo quando comparada as cabras alimentadas com FS foi de 12,79%.

Em relação ao tempo de ruminação pode-se observar que os tempos ficaram próximos aos 403 minutos/dia de ruminação obtidos por Vieira et al. (2011), utilizando a substituição total do farelo de soja pelo farelo de mamona em dieta de ovinos. Os menores tempos de ruminação e alimentação observados nas cabras alimentadas com a TMD NaOH estão relacionados diretamente ao menor CMS e FDNcp, pois segundo Queiroz et al. (2001), o tempo gasto na ruminação depende do tipo de dieta e parece ter pouca variação nas dietas ricas em

grãos, chegando ao máximo de 600 minutos/dia naquelas ricas em volumosos. Ademais, o nível de ingestão de alimento também influencia o tempo de ruminação, pela maior quantidade de alimento a ser fragmentado, antes de ser digerido. Desta forma, o menor tempo de ruminação tem relação direta com o consumo de FDNcp, uma vez que o aumento no consumo de fibra, segundo Van Soest (1994), promove aumento no tempo de ruminação, devido à maior necessidade de processamento desta. Oliveira et al. (2016), avaliaram a inclusão do farelo de mamona destoxificado por óxido de cálcio no comportamento ingestivo de cordeiros e observaram que o tempo de ruminação ficou acima de 500 minutos/dia, valor bem próximo ao observado pelas cabras alimentadas com a dieta a base de FS e/ou TMD Ca(OH)_2 , eles observaram também que à medida que aumentava a quantidade de farelo de mamona na dieta, o tempo de ruminação tendeu a aumentar. Deve-se destacar que o teor de FDNcp das dietas estava acima de 47%, e neste experimento o teor de FDNcp das dietas estavam abaixo de 30%, o que pode ter contribuído para que o tempo de ruminação fosse menor.

Em relação ao tempo em ócio e dedicado a outras atividades, esse tipo de comportamento foi comum ao longo de todo o experimento, onde as cabras Anglo Nubianas apresentaram menor adaptação ao ambiente de confinamento, visto que tiveram temperamento menos dócil que as Saanen. Como as atividades envolvidas com o comportamento ingestivo são consideradas excludentes, os maiores tempos destinados à alimentação das cabras do tratamento FS e TMD Ca(OH)_2 refletiu em menores tempos destinados às demais atividades (ócio e outras atividades). O aumento do tempo em ócio é de fundamental importância em animais de produção, uma vez que animais em ócio refletem em redução nos gastos de energia (MISSIO et al., 2010), porém o consumo de matéria seca deve suprir as suas exigências nutricionais.

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. Desta forma, pode-se observar que mesmo as cabras alimentadas com TMD NaOH apresentarem menor CMS e FDNcp, tiveram a mesma eficiência de alimentação da MS e FDNcp que as que tiveram maior consumo. Tal fato influenciou na eficiência de ruminação da FDN o qual as cabras alimentadas com TMD NaOH apresentaram maior eficiência. Palmieri et al. (2017) avaliaram o efeito da inclusão de farelo de mamona destoxificado em dietas de caprinos em crescimento e não observaram alterações nos tempos de alimentação, ruminação e ociosidade, porém, houve diminuição no consumo de matéria seca e na eficiência de ruminação da matéria seca.

Segundo Neiva et al. (2004) a frequência de ingestão de água tem correlação direta com o consumo de matéria seca, nesse caso, porém, aconteceu o inverso, já que as cabras do tratamento TMD NaOH consumiram menores quantidades de matéria seca. Esse comportamento pode ser explicado por dois fatores. O primeiro está relacionado ao teor de sódio na TMD NaOH, pois como foi visto, a presença deste elemento em grande quantidade neste alimento (Tabela 1) reduziu o CMS (Tabela 3). Grande quantidade de sódio na dieta altera a tonicidade do meio ruminal, desbalanceando-o seu nível de sódio em relação aos demais órgãos do corpo do animal, acarretando um aumento da permeabilidade epitelial ao sódio, e secundariamente, à água, que induz a um aumento da tonicidade do líquido extracelular. Com isso há um aumento na frequência de ingestão de água para tentar diluir o sódio e assim tornar o meio isotônico em relação ao organismo como um todo (KOZLOSKI, 2011; MCKINLEY & JOHNSON, 2004). Araújo et al. (2018) também observaram o mesmo efeito da TMD NaOH sobre o consumo de água por cabritas durante a fase de crescimento.

O segundo fator está relacionado ao consumo de FDN e é uma consequência do primeiro. As cabras alimentadas com as dietas FS e TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ consumiram maiores quantidades de FDN, despendendo assim maior tempo de ruminação (Tabela 3). Esse comportamento estimulou o maior fluxo de saliva, proporcionando maior taxa de diluição da MS ao nível de rúmen. Ao contrário, as cabras da dieta TMD NaOH consumiram menores quantidades de FDN, não estimulam ruminação extensa, o que resultou em baixa taxa de diluição, influenciando maior frequência de ingestão de água, tanto que apesar do tempo de mastigação total pelas cabras que consumiram as dietas a base de FS e/ou TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ terem sido maiores, maior parte do tempo de mastigação total refere-se ao tempo de alimentação dos animais, haja vista que essa variável é a soma dos tempos de alimentação e ruminação.

Um fator que pode ter influenciado na menor frequência urinária dos animais da raça Anglo Nubiana é a coloração escura da pelagem desses caprinos, que promove maior absorção de calor do ambiente, levando-os ao maior estresse térmico. Com isso, a dissipação do calor ocorrerá pela conversão da água em forma de vapor, tanto pelo suor secretado pelas glândulas da pele quanto pela umidade do trato respiratório (MORAND-FEHR & DUREAU, 2001), o que justifica a menor frequência urinária.

A maior FC para os animais alimentados com a dieta FS deve estar ligada ao CMS e tempo de ruminação dos animais, pois segundo Kolb (1980) a ingestão de grandes quantidades de alimento causa um aumento considerável na frequência cardíaca e a ruminação altera a frequência cardíaca em 3%. Como foi visto na Tabela 3, os animais alimentados com esta dieta consumiram maiores quantidades de matéria seca e apresentaram maiores tempos de

ruminação, junto às cabras alimentadas com TMD Ca(OH)_2 . Apesar da variação observada, todos os animais apresentaram frequência dentro do normal, que varia de 70 a 90 bat/min (KELLY, 1976).

A TR é um bom indicador do efeito das dietas sobre a energia produzida pelo metabolismo, pois o aumento na TR significa que o animal está estocando calor, e se este não é dissipado, o estresse calórico manifesta-se (CUNNINGHAM, 2014). Provavelmente, o maior consumo e maior tempo de ruminação (Tabela 3), em consonância com a menor frequência de ingestão de água, aumentou a temperatura interna das cabras que consumiram estas duas dietas. Já as cabras que consumiram a dieta à base de TMD NaOH, tiveram menor incremento calórico, em consequência do menor consumo e maior ingestão de água, dissipando assim o calor metabólico. Apesar das variações mínimas observadas, as cabras do experimento não sofreram grande estresse oriundo da dieta, pois segundo Kelly (1976), para caprinos em repouso, a referência fisiológica para esta variável é de 38,5 °C a 39,7 °C.

9.5 CONCLUSÃO

A torta de mamona destoxificada com hidróxido de sódio reduz o consumo de matéria seca e aumenta a eficiência de ruminação da FDN em cabras leiteiras durante a lactação, aumentando o consumo de água. Os parâmetros fisiológicos são influenciados tanto pelas dietas quanto pelas raças, porém sem alterações negativas que indiquem estresse ou desconforto animal.

REFERÊNCIAS

- AOAC- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS, 2003. **Official methods of analysis**. 17. ed. Gaithersburg, M.D., 1094 p.
- BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Ingestive Behavior in Holstein Calves Fed Diets with Different Concentrate Levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 236-242, 2000.
- CARTER, R. R.; GROVUM, W. L. Factors affecting the voluntary intake of food by sheep. 5. The inhibitory effect of hypertonicity in the rumen. **British Journal of Nutrition**, Londres, v. 64, n. 4, p. 285-299, 1990.
- CUNNINGHAM, J. G., KLEIN, B. G. 2014. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 5. ed. Elsevier, Rio de Janeiro, p. 624.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. 2012. **Métodos para análise de alimentos** – INCT – Ciência Animal. Suprema, Visconde do Rio Branco, p. 214.
- FURTADO, R. N.; CARNEIRO, M. S. S.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, F. H. T.; PEREIRA, E. S.; POMPEU, R. C. F. F.; SOMBRA, W. A. Nutritive value of feeds containing castor bean cake subjected to alternative methods of detoxification for sheep. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. v. 64, . 4, p. 155–162, 2012.
- GIGER-REVERDIN, S.; RIGALMA, K.; DESNOYERS, M.; SAUVANT, D.; DUVAUX-PONTER, C. Effect of concentrate level on feeding behavior and rumen and blood parameters in dairy goats: Relationships between behavioral and physiological parameters and effect of between-animal variability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, n. 8, p. 4367-4378, 2014.
- GIONBELLI, T. R. S.; VELOSO, C. M.; GIONBELLI, M. P.; NOVAIS, M. A. S.; SILVA, A. L.; ESPECHIT, C. J. B.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O. G.; CUNHA, C. S.; ALCÂNTARA, P. H.; VIRGÍNIO JUNIOR, G. F.; DUARTE, M. S. Utilization of castor bean meal treated with calcium hydroxide fed wet or dry by lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 168, n. 2, p. 76-783, 2014.
- GOMES, F. H. T.; CANDIDO, M. J. D.; CARNEIRO, M. S. S.; FURTADO, R. N. F.; PEREIRA, E. S. Intake, behavior and performance in sheep fed diets containing castor cake. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 8, p. 182-190, 2017.
- HALL, M.B., 2003. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, 81, 3226-3232.
- KELLY, W.R., 1976. **Diagnóstico clínico veterinário**. 2. ed. Continental, Barcelona. p. 444.
- KOZLOSKI, G.V., 2011. **Bioquímica dos ruminantes**, 3. ed. UFSM, Santa Maria, p. 280.

- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.
- LYNN, K. R.; CLEVETTE-RADFORD, N. A. Lectins from latices of Euphorbia and Elaeophorbia species. **Phytochemistry**, Londres, v. 25, n. 7, p. 1553-1557, 1986.
- MCKINLEY, M. J.; JOHNSON, A. K. The physiological regulation of thirst and fluid intake. **News in Physiological Sciences**, New York, v. 19, n. 5, p. 1-6, 2004.
- MEDEIROS, F. F.; SILVA, A. M. A.; CARNEIRO, H.; ARAÚJO, D. R. C.; MORAIS, R. K. O.; MOREIRA, M. N.; BEZERRA, L. R. Fontes proteicas alternativas oriundas da cadeia produtiva do biodiesel para alimentação de ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. v. 67, n. 3, p. 519-526, 2015.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Gaithersburg. v. 85, n. 5, p. 1217-1240, 2002.
- MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. F.; FREITAS, L. S.; RESTLE, J. Ingestive behavior of feedlot finished young bulls fed different concentrate levels in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 39, n. 8, p. 1571-1578, 2010.
- MORAND-FEHR, P.; DOREAU, M. Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à um stress de chaleur. **INRA Production Animal**, Paris, v. 14, n. 7, p. 15-27, 2001.
- NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. T.; OLIVEIRA, S. M. P.; MOURA, A. A. A. N. Effects of environmental stress on physiological parameters of feedlot sheep in the Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 668-678, 2004.
- NICORY, I. M. C.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, O. L.; SANTOS, S. A.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; LOPES, L. S. C.; SOUZA, F. N. C.; FREITAS JUNIOR, J. E. Productive and metabolic parameters in lambs fed diets with castor seed meal. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 181, n. 6, p. 171-178, 2015.
- NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, DC, p. 381.
- NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2007. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, DC. p.384.
- OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, M. R. C.; BRITO, A. F.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; SOUZA, S. M.; MACHADO, O. L. T. In vitro ruminal degradation of ricin and its effect on microbial growth. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 157, n. 6, p. 41-54, 2010.
- OLIVEIRA, F. M.; OLIVEIRA, G. J. C.; OLIVEIRA, M. L. A.; JAEGER, S. M. P. L.; ALMEIDA, L. H. S.; NERY, I. B. Q.; LEITE, L. C. Intake and digestibility of nutrients in sheep fed fodder salt of faveleira (*Cnidioscolus phyllacanthus*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 7, p. 497-507, 2016.

OLIVEIRA, H. C.; GARCIA, R.; ALMEIDA, V. S. S.; OLIVEIRA, A. C.; PIRES, A. J. V.; NASCIMENTO FILHO, C. S.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R.; OLIVEIRA, U. L. C. Feeding behavior of lambs fed castor meal. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v. 37, n. 4, p. 1451-60, 2016.

PALMIERI, A. D.; CARVALHO, G. G. P.; TOSTO, M. S.; LEITE, V. M. L.; SANTOS, S. A.; BORJA, M. S.; AZEVÊDO, J. A. G.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; LEITE, L. C.; RUFINO, L. M. A. Feeding behavior of finishing goats fed diets containing detoxified castor meal, co-product of the biodiesel industry. **Tropical Animal Health and Production**, Amsterdam, v. 49, n. 6, p. 389-395, 2017.

PAULINO, M. F. 2000. **Suplementação de bovinos em pastejo**. Informe Agropecuário, 21, 96-106.

POMPEU, R. C. F. F.; CANDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S.; BOMFIM, M. A. D.; CARNEIRO, M. S. S.; ROGÉRIO, M. C. P.; SOMBRA, W. A.; LOPES, M. N. Performance and carcass traits of sheep in feedlot and fed diets containing detoxified castor cake replacing soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 41, n. 8, p. 726-733, 2012.

QUEIROZ, A. C.; NEVES, J. S.; MIRANDA, L. F.; PEREIRA, E. S.; DUTRA, A. R. Effect of fiber levels and protein sources on the eating behavior of crossbred Holstein-Zebu heifers. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. v. 53, n. 4, p. 84-88, 2001.

ROCHA, R. R. C.; COSTA, A. P. R.; AZEVEDO, D. M. M. R.; NASCIMENTO, H. T. S.; CARDOSO, F. S.; MURATORI, M. C. S.; LOPES, J. B. Climatic adaptability of Saanen and Azul goats in Brazilian Middle-North. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte. v. 61, n. 4, p. 1165-1172, 2009.

SEVERINO, L. S.; AULD, D. L.; BALDANZI, M.; CANDIDO, M. J. D.; CHEN, G.; CROSBY, W.; TAN, D.; HE, X. H.; LAKSHMAMMA, P.; LAVANYA, C.; MACHADO, O. L. T.; MIELKE, T.; MILANI, M.; MILLER, T. D.; MORRIS, J. B.; MORSE, S. A.; NAVAS, A. A.; SOARES, D. J.; SOFIATTI, V.; WANG, M. L.; ZANOTTO, M. D.; ZIELER, H. A Review on the Challenges for Increased Production of Castor. **Agronomy Journal**, Savoy. v. 104, n. 6, p. 853-880, 2012.

SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A. S.; CEZAR, M. F.; SOUZA, W. H.; BENÍCIO, T. M. A.; FREITAS, M. M. S. Evaluation of the adaptability of goats exotic and native of the semi-arid of Paraíba. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 516-521, 2006.

VAN SOEST, P. J. 1994. **Nutritional Ecology of the Ruminants**. 2. ed. Cornell University Press, Ithaca. p. 476.

VIEIRA, M. M. M.; CANDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S.; PEREIRA, E. S.; BESERRA, L. T.; MENESES, A. J. G.; FERNANDES, J. P. B. Ingestive behavior of sheep fed diets containing four levels of castor meal. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 444-451, 2011.

VISONÁ-OLIVEIRA, M.; FERREIRA, I.; MACEDO JUNIOR, G.; SOUSA, L.; SOUSA, J.; SANTOS, R. Consumo e digestibilidade de nutrientes da torta de dendê na dieta de ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania. v. 16, n. 2, p. 179-192, 2015.

WEISS, W., 1999. **Energy prediction equations for ruminant**. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufactures, 61., Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University. 176-185.

WORBS, S.; KÖHLER, K.; PAULY, D.; AVONDET, M. A.; SCHAER, M.; DORNER, M. B.; DORNER, B. G. Ricinus communis Intoxications in Human and Veterinary Medicine: A Summary of Real Cases. **Toxicons**, Minneapolis, v. 3, n. 6, p. 1332-1372, 2011.

10 CAPÍTULO IX: VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NO USO DA TORTA DE MAMONA DESTOXIFICADA POR SOLUÇÕES ALCALINAS NA PRODUÇÃO DE LEITE E CRIAS DESMAMADAS

RESUMO

Avaliou-se a influência da total substituição do farelo de soja (FS) pela torta de mamona destoxificada (TMD) por dois produtos alcalinos sobre a viabilidade econômico-financeira na criação de cabras leiteiras das raças Saanen e Anglo Nubiana. Foram simulados seis sistemas de produção (SP), sendo: SP₁, criação de cabras Saanen alimentadas com dieta padrão à base de FS; SP₂, criação de cabras Anglo Nubianas alimentadas com dieta padrão à base de FS; SP₃, criação de cabras Saanen alimentadas com dieta padrão à base de TMD Ca(OH)₂; SP₄, criação de cabras Anglo Nubianas alimentadas com dieta padrão à base de TMD Ca(OH)₂; SP₅, criação de cabras Saanen alimentadas com dieta padrão à base de TMD NaOH; SP₆, criação de cabras Anglo Nubianas alimentadas com dieta padrão à base de TMD NaOH. A avaliação econômico-financeira dos dados foi realizada de forma descritiva, utilizando-se o software AVETEC®. Tanto a alimentação quanto a mão-de-obra e os custos de oportunidades foram os itens que mais contribuíram para os custos de produção. Os maiores custos com alimentação foram observados nos sistemas que utilizaram as dietas a base de FS. A simulação para produção de leite e crias oriundas de 72 cabras leiteiras proporcionou receita superior aos custos de produção, resultando em indicadores econômicos positivos para todos os cenários avaliados. As receitas geradas pelos sistemas que utilizam a raça Saanen são maiores, haja vista que o preço do produto gerado é mais valorizado no mercado caprino. Por outro lado, as cabras Saanen alimentadas com TMD, por apresentarem menores custos com alimentação geraram maior receita líquida. a análise econômico-financeira das dietas avaliadas se mostraram viáveis ao longo de 8 anos com a taxa de juros de 6% ao ano. De uma forma geral, os sistemas de criação com cabras Anglo Nubianas, embora tenham apresentado VPLs positivos, demonstraram valores relativamente inferiores aos sistemas de criação de cabras da raça Saanen, com exceção do que utilizou a dieta à base de TMD NaOH. Em relação ao payback, todas as dietas apresentaram baixo tempo de retorno do investimento aplicado, com valores inferiores a três anos para as Saanen e entre 3,19 a 4,03 para as Anglo Nubianas, com destaque para o sistema que utiliza TMD NaOH.

Palavras-chave: Avaliação econômica. Custos de produção. Caprinocultura leiteira. Produtividade.

ABSTRACT

We evaluated the influence of the total substitution of soybean meal (SM) by detoxified castor (DCC) by two alkaline products on the economic and financial viability in the creation of dairy goats of Saanen breed and Anglo Nubian. Six were simulated production systems (PS), being: PS₁, creation of Saanen goats fed with standard diet to the base of SM; PS₂, creation of Anglo Nubian goats fed with standard diet to the base of SM; PS₃, creation of Saanen goats fed with standard diet based on DCC Ca(OH)₂; PS₄, creation of Anglo Nubian goats fed with standard diet based on DCC Ca(OH)₂; PS₅, creation of Saanen goats fed with standard diet based on DCC NaOH; PS₆, creation of Anglo Nubian goats fed with standard diet based on DCC NaOH. The economic and financial evaluation of the data was carried out in a descriptive way, using the AVETEC[®] software. Both the supply and the labor costs and the opportunities were the items that most contributed to the costs of production. The higher costs with power were observed in systems that have used the diets based on SM. The simulation for milk production and calves from 72 dairy goats provided revenue above the cost of production, resulting in positive economic indicators for all scenarios evaluated. The revenue generated by the systems that utilize the Saanen goats are bigger, considering that the price of the product generated is more valued in the market goat. On the other hand, the Saanen goats fed with DCC, due to their lower costs with greater power generated net revenue. The economic-financial analysis of the diets evaluated proved to be viable over 8 years with the interest rate of 6% per year. In a general way, the systems of rearing goats Anglo Nubian, although they have presented positive NPVs, showed lower values in relation to the systems of creation of Saanen goats, except for that used the diet based on DCC NaOH. In relation to the payback, all diets had low time of return on investment applied, with values of less than three years for the Saanen and between 3.19 to 4.03 for the Anglo Nubian, with emphasis on the system that uses DCC NaOH.

Keywords: Economic evaluation, production costs, goat milk production, productivity.

10.1 INTRODUÇÃO

As cabras leiteiras necessitam de adequado balanço nutricional, especialmente as com grande potencial genético. Essa categoria animal está concentrada em países de baixa renda, com déficit alimentar, onde seus produtos são uma fonte importante de alimento (PULINA et al., 2018). Desta forma, há necessidade de investigar alimentos alternativos que diminuam os custos de produção (ROMERO-HUELVA et al., 2017).

Em relação a produção de ruminantes no Brasil, houve nos últimos anos um aumento acentuado de subprodutos com potencial para serem utilizados na alimentação animal, principalmente os oriundos da cadeia do biodiesel (MOREIRA et al., 2014), o que vão de encontro aos alimentos alternativos que podem diminuir os custos de produção, tornando-os mais eficientes economicamente. Entre esses subprodutos, a torta de mamona merece destaque devido ao alto teor de proteína, porém apresenta como principal entrave na alimentação animal a presença de compostos antinutricionais, com destaque à ricina (DANG & VAN DAMME, 2015). Porém, após a destoxificação pode utiliza-la na alimentação de ruminantes (ANANDAN et al., 2005).

Neste contexto, o uso da torta de mamona destoxificada em dietas de cabras leiteiras apresenta uma enorme perspectiva, pois qualquer redução no custo da ração animal pode fazer com que o custo de produção de leite seja mais eficiente. Assim, a utilização destes alimentos pode, além de alterar a qualidade nutricional do leite pode se apresentar como alternativa com grande potencial, o que pode contribuir com a caprinocultura leiteira e favorecer o fortalecimento desta cadeia produtiva, haja vista que os sistemas de produção de caprinos devem desenvolver a atividade com o uso de técnicas produtivas eficientes, visando o aumento da produção com o objetivo de reduzir os custos, resultando na economia de escala.

Desta forma, considerando a possibilidade de utilização de subprodutos da cadeia do biodiesel em dietas para ruminantes, dando destinação eficiente a esses subprodutos e incorporando-os na cadeia produtiva de cabras leiteiras, objetivou-se avaliar a influência da torta de mamona destoxificada por soluções alcalinas sobre a viabilidade econômico-financeira de cabras Saanen e Anglo Nubianas alimentadas com estas dietas.

10.2 MATERIAL E MÉTODOS

As informações dos parâmetros técnicos para análise financeira desta pesquisa foram obtidas no Centro Tecnológico de Produção de Leite de Cabra da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°44'57,42" sul e 40°20'43,50" oeste) localizado na cidade de Sobral-CE, Brasil, no período compreendido entre julho de 2016 a abril de 2017. Todos os procedimentos envolvendo animais

foram realizados de acordo com os regulamentos da Comissão de Ética no Uso de Animais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa com Caprinos, protocolo N° 005/2015.

A avaliação econômico-financeira dos dados foi realizada de forma descritiva, utilizando-se o software AVETEC® (Avaliação de viabilidade econômica de tecnologia em sistemas de produção agropecuária) desenvolvido pela Embrapa, o qual possibilita a análise do custo de produção e dos indicadores de viabilidade econômica derivados do mesmo (GUIDUCCI et al. 2012). Os investimentos referentes à implantação do sistema de produção foram: aprisco com área total de 144 m², com 50% dessa área, coberta e, os outros 50%, constituindo solário, conforme descrito a Tabela 1. Além disso, fizeram parte do investimento a aquisição de equipamentos para produção de matrizes, tal como forrageira e balança e uma betoneira para destoxificação da torta de mamona.

Tabela 1 - Custos com materiais e mão-de-obra para construção de um galpão de alvenaria com 72 metros quadrados e capacidade para 72 cabras.

Itens	Quantidade	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Madeira	240	Metro linear	7,00	1.680,00
Telhado	72	Metro quadrado	120,00	8.640,00
Cocho	18	Metro linear	17,00	306,00
Bebedouro	8	Balde	6,00	48,00
Mão-de-obra	6	Diária	100,00	600,00
Balança	1	Peça	200,00	200,00
Arame	250	Metro linear	2,00	500,00
Preço total				11.974,00

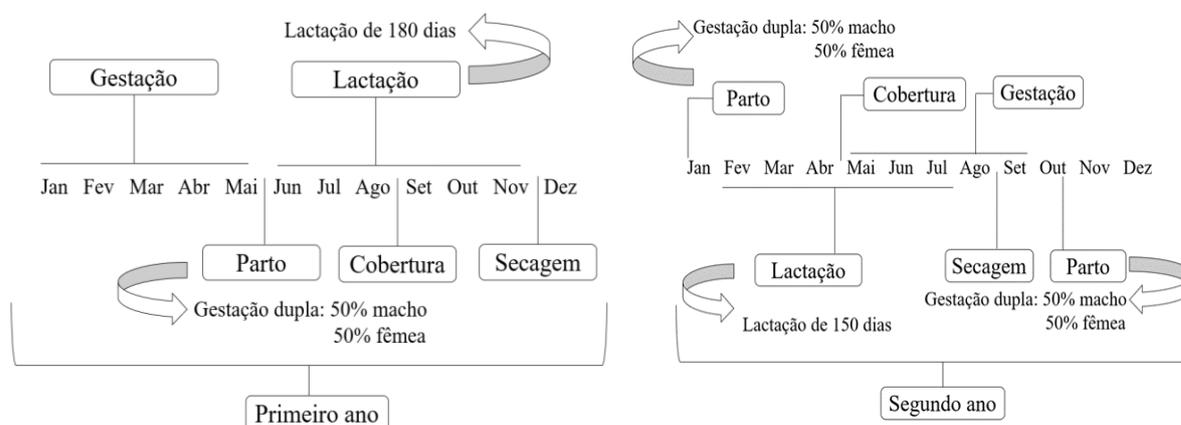
A análise econômica foi baseada no cálculo do custo de produção, o qual é representado pela soma de todos os recursos (insumos) e operações (serviços) utilizados no processo produtivo. O custo variável foi composto pelos itens alimentação, sanidade, mão-de-obra, manutenção dos equipamentos, depreciação, custos de oportunidade, e outros custos (alimentação do manejador, caderno zootécnico e energia elétrica) (GUIDUCCI et al., 2012). Esses gastos foram levantados com base em cotações dos preços dos produtos em Sobral-CE, em junho de 2018. Os custos com alimentação foram compostos pelos preços e quantidades fornecidas dos ingredientes das dietas, com base na matéria seca. Como custo com mão-de-obra, considerou-se a manutenção de um funcionário em regime temporário para manejar um lote confinado de 72 animais. A remuneração teve como base o salário mínimo vigente em janeiro de 2018 (R\$ 954,00). O preço de compra das cabras foi de R\$ 2.000,00 para as Saanen e R\$ 1.850,00 para as Anglo Nubianas, considerado como investimento e não como custo de

produção, e o preço de venda foi de R\$ 1,50 para o leite produzido, R\$ 500,00 para as cabritas e R\$ 350,00 os cabritos, de ambas as raças.

Os indicadores de eficiência econômica foram: receita total (RT), custo total (CT), renda líquida (RL), renda da família (RF), ponto de nivelamento (PN) e produtividade total dos fatores (PTF), calculados conforme Guiducci et al. (2012). Os indicadores financeiros considerados foram: valor presente líquido (VPL), valor presente líquido anualizado (VPLa), prazo de retorno de investimento (Payback), taxa interna de retorno (TIR), taxa interna de retorno modificada (TIRm), índice de lucratividade (IL) e taxa de rentabilidade (TR), calculados conforme Guiducci et al. (2012).

Os resultados dos parâmetros zootécnicos obtidos foram extrapolados para um sistema de 72 cabras, dois reprodutores, três partos a cada dois anos e gestação dupla, sendo metade das crias macho e a outra metade fêmea, conforme a Figura 1. Essa extrapolação foi realizada para que a análise econômico/financeira pudesse ser realizada em base científica e em economia de escala.

Figura 1 - Representação do sistema de criação de cabras leiteiras com a finalidade de produção de leite e crias desmamadas durante dois anos



Considerou-se que em cada sistema, as cabras gestantes são dirigidas para um galpão específico de piso de maravalha para espera do parto. Esse galpão fica ao lado do aprisco, onde permanecem separadas e com cuidados especiais durante as últimas semanas de gestação. Os animais, após o nascimento, são separados da mãe, limpos, higienizados e pesados. Após o primeiro manejo do cabrito, administra-se, o colostro tratado termicamente. Realizada em até 12 horas após o nascimento, realizava-se a ordenha manual da mãe e armazenava-se o primeiro colostro, para posterior tratamento térmico, em freezer. Após sete dias de ordenha manual e

armazenamento do colostro, a matriz é dirigida para o galpão de leite, onde é realizado o manejo de produção.

Nos sistemas de produção de leite simulados, tanto os animais machos quanto as fêmeas, após o nascimento, são encaminhados para a venda antes que o mesmo prossiga para a fase de recria. Os animais permanecem durante um período de 30 dias, sendo alimentados duas vezes ao dia com leite oriundo dos dez primeiros dias de lactação, com uso de mamadeira. Como as atividades principais dos sistemas avaliados é o leite de cabra e a venda de cabritos(as), os animais permanecem no galpão por um curto período, para não diminuir a produção e comercialização do leite. Durante esse período é fornecido concentrado a vontade e feno picado para estimular o consumo de material fibroso.

Os dados zootécnicos utilizados na análise econômica foram oriundos de uma pesquisa em que foram utilizadas 18 cabras, sendo 9 Saanen e 9 Anglo Nubiana. Os animais foram distribuídos em seis tratamentos que consistiram de três dietas, a primeira foi formulada com milho e farelo de soja (FS) e as demais foram formuladas com torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio (TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$) e outra composta por torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio (TMD NaOH), ambas em total substituição ao farelo de soja. Como volumoso foi utilizado o feno de Capim-Tifton 85.

Tabela 2 - Consumo de matéria (CMS) durante a gestação e lactação e produção de leite (PL) e produção de leite por cabras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Raça	Dietas			Média
	Farelo de soja	TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$	TMD NaOH	
	Consumo de MS durante gestação (g/dia)			
Saanen	1.226,06	1.200,07	1.172,90	1.199,68
Anglo Nubiana	1.209,37	1.173,30	1.168,22	1.183,63
Média	1.217,72	1.186,69	1.170,56	
	Consumo de MS durante lactação (g/dia)			
Saanen	2.318,10	2.220,28	1.961,38	2.166,59
Anglo Nubiana	2.202,20	2.020,45	1.824,08	2.015,58
Média	2.260,15	2.120,37	1.892,73	
	Produção de leite (kg/dia)			
Saanen	2,21	2,18	2,16	2,18
Anglo Nubiana	2,15	2,14	2,15	2,15
Média	2,18	2,16	2,16	

Nas amostras de alimentos foram determinados os teores de MS (método n° 934.01), matéria orgânica (método n° 942.05), proteína bruta (método n° 954.01), extrato etéreo (método

nº 920.39) de acordo com a AOAC (2003). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinza residuais (MERTENS, 2002).

As dietas experimentais foram formuladas com base nas recomendações do NRC (2007), sendo isoproteicas e isoenergéticas com relação volumoso:concentrado de 43:57, 40:60 e 36:64 para a dieta FS, dieta TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH, respectivamente. A composição química dos ingredientes encontra-se na Tabela 3 e a proporção dos ingredientes e sua composição química com base na relação volumoso:concentrado durante a gestação encontram-se na Tabela 4 e na lactação na Tabela 5.

Tabela 3 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Nutriente (g/kg de matéria seca)	Ingredientes				
	Feno	Milho	FS ^a	TMD ^b	TMD ^c
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	872,50	889,20	870,20	904,20	904,80
Matéria orgânica	911,30	965,90	956,90	867,70	855,60
Matéria mineral ^d	88,70	34,10	43,10	132,30	144,40
Proteína bruta	104,10	79,50	443,30	315,40	309,00
Proteína insolúvel em detergente neutro	26,98	30,23	131,75	100,27	102,74
Proteína insolúvel em detergente ácido	12,26	20,92	40,03	48,79	49,35
Extrato etéreo	14,50	36,80	28,80	52,10	47,50
Carboidratos totais	792,80	845,70	484,70	500,10	492,60
Carboidratos não fibrosos	277,80	722,40	320,80	103,90	132,40
Fibra em detergente neutro	722,70	184,60	217,80	483,40	443,50
FDN corrigido para cinzas e proteína	514,90	123,20	163,80	396,10	360,10
Fibra em detergente ácido	472,20	69,00	117,90	379,20	388,70
Hemicelulose	248,40	115,50	99,80	104,10	54,70
Celulose	413,60	60,20	105,60	328,50	342,60
Ligninas	60,60	8,80	12,20	50,70	46,10
Nutrientes digestíveis totais	546,80	848,00	822,50	620,50	627,90

^a Farelo de soja.

^b Torta de mamona destoxificada por Ca(OH)₂.

^c Torta de mamona destoxificada por NaOH.

^d TMD Ca(OH)₂: 0,9 g de Na/kg MS e 2,25 g de Ca/kg MS, TMD NaOH: 29,2 g de Na/kg de MS e 0,63 g de Ca/kg de MS.

Nas amostras de alimentos foram determinados os teores de MS (método nº 934.01), matéria orgânica (método nº 942.05), proteína bruta (método nº 954.01), extrato etéreo (método nº 920.39) de acordo com a AOAC (2003). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinza residuais (MERTENS, 2002). A estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foi feita conforme Licitra et al. (1996). As ligninas foram obtidas com o resíduo do FDA tratado com ácido

sulfúrico a 72% (Van Soest et al., 1991). O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado com adaptação ao proposto por Hall (2003), utilizando o FDNcp. O teor de carboidratos totais (CT) foi obtido pela equação proposta por Sniffen et al. (1992). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo Weiss (1999). Os valores de NDT foram convertidos em energia líquida (EL) e energia digestível (ED), utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001).

Tabela 4 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas na fase de gestação.

Ingrediente (g/kg MS)	Dietas		
	Dieta padrão	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
	Proporção dos ingredientes		
Feno de Capim-tifton 85	433,10	421,70	509,10
Milho moído	528,00	529,20	380,30
Farelo de soja	33,50	-----	-----
Torta de mamona destoxificada	-----	49,10	61,50
Óleo de soja	-----	-----	44,4
Calcário	5,4	-----	4,7
Premix mineral ^a	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>
Composição química			
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	879,10	885,43	850,96
Matéria orgânica	942,14	938,06	933,00
Matéria mineral	57,86	61,94	67,00
Proteína bruta	101,11	100,73	100,35
Proteína insolúvel em detergente neutro	12,17	12,20	12,79
Proteína insolúvel em detergente ácido	3,45	3,58	3,99
Extrato etéreo	26,72	28,20	28,74
Carboidratos totais	806,14	806,43	755,84
Carboidratos não fibrosos	512,52	504,58	424,65
Fibra em detergente neutro	417,80	426,23	465,43
FDN corrigido para cinza e proteína	293,62	301,86	331,19
Fibra em detergente ácido	245,83	255,18	291,62
Hemiceluloses	171,98	171,05	173,80
Celulose	214,50	222,45	254,56
Ligninas	31,33	32,73	37,06
Nutrientes digestíveis totais	712,16	709,86	702,21

^aComposição (nutrientes/kg de suplemento): Cálcio: 218g; Fósforo: 71g; Enxofre: 20g; Magnésio: 20; Potássio: 28,20; Cobalto: 30; Selênio: 15,30; Zinco: 1,70mg; Flúor: 710mg; Vitamina A: 135.000 UI/kg; Vitamina D3: 68.000 UI/kg; Vitamina E: 450 UI/kg.

Tabela 5 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas durante a fase de lactação.

Ingrediente (g/kg MS)	Dietas		
	Dieta padrão (FS)	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
	Proporção dos ingredientes		
Feno de Capim-tifton 85	525,40	485,80	474,30
Milho moído	414,20	424,60	437,40
Farelo de soja	58,70	-----	-----
Torta de mamona destoxificada	-----	89,60	85,70
Calcário	1,70	-----	2,6
Premix mineral ^a	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>
Composição química			
Matéria seca (g/kg de matéria fresca)	883,03	890,84	885,76
Matéria orgânica	939,17	933,06	930,90
Matéria mineral	62,49	66,94	71,43
Proteína bruta	113,94	110,13	112,12
Proteína insolúvel em detergente neutro	12,54	13,58	13,89
Proteína insolúvel em detergente ácido	3,17	3,65	3,54
Extrato etéreo	26,46	29,22	29,82
Carboidratos totais	759,80	766,30	756,60
Carboidratos não fibrosos	471,80	468,70	477,40
Fibra em detergente neutro	416,78	424,98	404,54
FDN corrigido para cinza e proteína	287,97	297,65	279,21
Fibra em detergente ácido	352,80	356,60	337,19
Hemiceluloses	166,06	163,67	152,66
Celulose	211,88	221,19	209,34
Ligninas	30,86	32,62	30,32
Nutrientes digestíveis totais	674,90	678,80	678,70

^aComposição (nutrientes/kg de suplemento): Cálcio = 218 g; Fósforo = 71 g; Enxofre = 20 g; Magnésio = 20 mg; Potássio = 28,20 mg; Cobalto = 30 mg; Selênio = 15,30 mg; Zinco = 1700 mg; Flúor = 710 mg; Vitamina A = 135.000 UI/kg; Vitamina D3 = 68.000 UI/kg; Vitamina E = 450 UI/ kg.

A torta de mamona utilizada foi obtida por prensagem mecânica, utilizando temperaturas entre 90 e 100 °C, da semente de mamona, para obtenção do óleo de rícino. Para a destoxificação da torta de mamona bruta foram utilizados dois produtos alcalinos, hidróxido de cálcio Ca(OH)₂ e hidróxido de sódio (NaOH) nas proporções de 60 e 90g/kg de torta. Para a diluição e eficácia dos reagentes, foi utilizado 2000 ml de água/kg de torta de mamona bruta. A torta foi destoxificada através da adaptação de um misturador semiautomático para homogeneização da solução destoxicante. Para a mistura da solução foi utilizada uma betoneira estacionária (Fischer[®] MOB 400 G2) equipada com motor trifásico. Após três horas de mistura (dez minutos misturando e trinta minutos em repouso, alternadamente), a torta foi colocada sobre uma lona plástica, ao ar livre, por um período de 48 horas, sendo constantemente revolvida para uma

secagem de forma homogênea. Depois de seca, a torta foi triturada em máquina forrageira, para permitir a redução no tamanho do material e facilitar a sua homogeneização com os demais ingredientes. Todos os custos necessários para destoxificar ambas as tortas de mamona estão representadas na tabela 6.

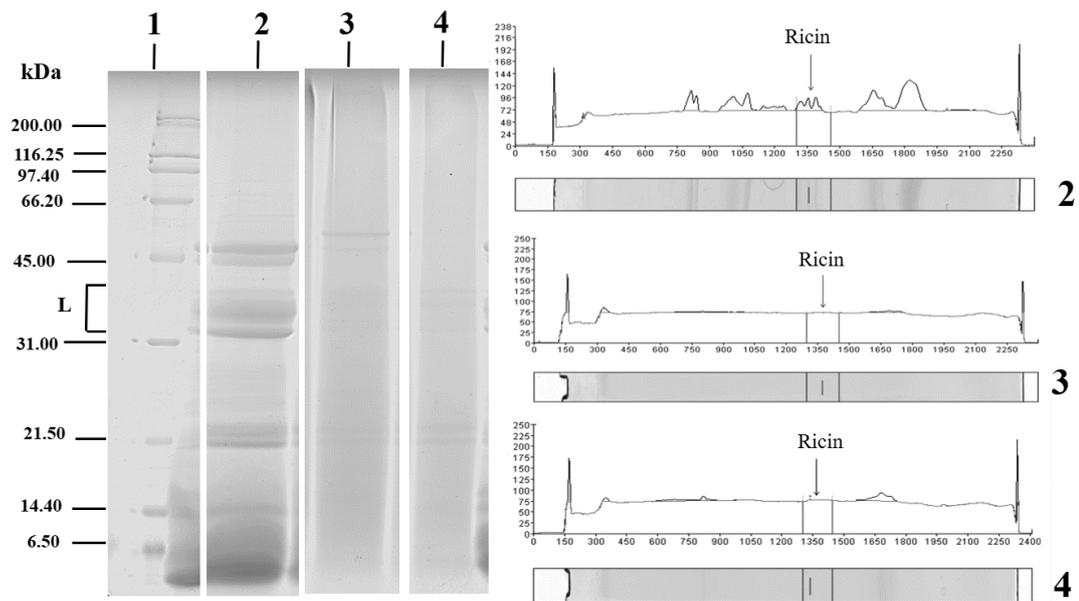
Tabela 6 - Custos com materiais e ingredientes utilizados para destoxificar torta de mamona bruta com diferentes soluções alcalinas.

Ingredientes	Quantidade	Unidade	Custo unitário	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
Torta mamona	1.000	quilograma	1,00	1.000,00	1.000,00
Água ¹	2,00	metro cúbico	3,55	7,10	7,10
Ca(OH) ₂	90	quilograma	0,10	9,00	-----
NaOH	60	quilograma	1,50	-----	90,00
Energia elétrica ²	37,40	quilowatt-hora	0,47	17,57	17,57
Custo tonelada	-----	-----	-----	1.033,67	1.114,67

¹ Água potável segundo o preço repassado aos consumidores. Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece). ² Considerando capacidade de 50 kg por batida na betoneira (20 batidas/tonelada), com cada batida tendo a duração de 75 minutos. Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)

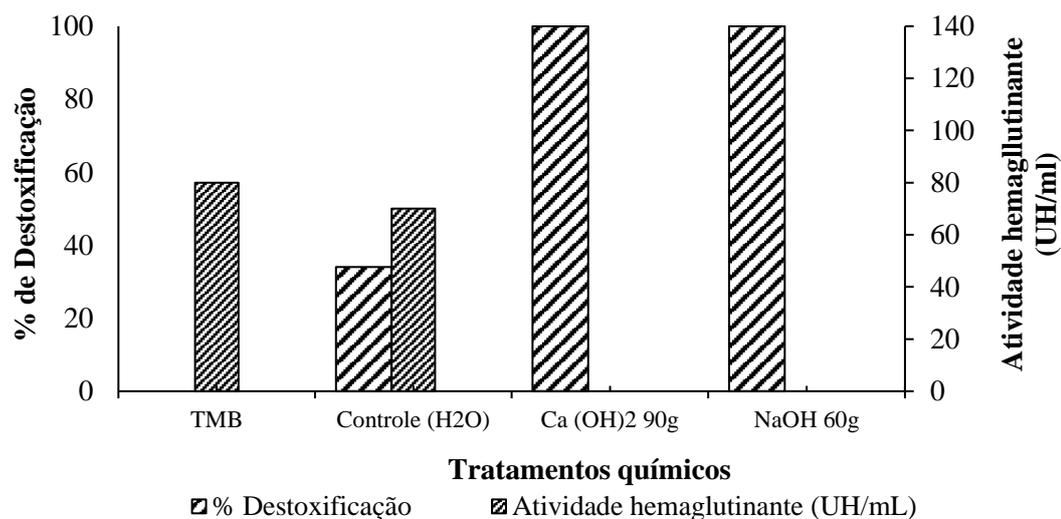
Para confirmação da destoxificação foram feitos bioensaios de hemaglutinação e análises por eletroforese em SDS-PAGE através da confirmação do desaparecimento das bandas de ricina, para garantir que a torta estivesse destoxificada (Figura 2).

Figura 2 - Caracterização eletroforética das proteínas da torta da mamona tratada com diferentes produtos químicos. 1: Marcador de peso molecular (kDa); L: Lectinas 2: torta de mamona bruta; 3: torta de mamona tratada com 90 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂); 4: torta de mamona tratada com 60 g de hidróxido de sódio (NaOH).



Os bioensaios foram realizados com soluções contendo hemácias de coelho para avaliar a presença ou não da *ricinus aglutinina*. Dos tratamentos testados, observou-se que as concentrações de 90 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e 60 g de NaOH destoxificaram 100% da ricina presente nas tortas de mamonas, confirmadas através de densitometria, utilizando o software ImageJ (National Institutes of Health, USA), ratificada pela avaliação da atividade hemaglutinante, a qual foi negativa (Figura 3). Portanto, foram utilizadas essas duas concentrações para destoxificar a torta bruta, visando a formulação das dietas.

Figura 3 - Destoxificação total (%) de lectinas citotóxicas da mamona e atividade hemaglutinante na torta de mamona bruta (TMB) e destoxificadas por hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio em diferentes concentrações (60 e 90 g/kg de torta), obtidas pela quantificação das lectinas por densitometria de géis de eletroforese e hemaglutinação de hemácias de coelho.



10.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se nos cenários avaliados nesta pesquisa, que tanto a alimentação quanto a mão-de-obra e os custos de oportunidades foram os itens que mais contribuíram para os custos de produção (Tabela 7). Os maiores custos com alimentação foram observados nos sistemas que utilizaram as dietas a base de FS, cerca de 66,72% dos custos anuais no sistema de criação de cabras Saanen e 66,31% para as Anglo Nubianas. Pode-se observar ainda que as cabras Saanen alimentadas com TMD apresentaram os menores custos com alimentação, cerca de R\$ 55.118,88 e 55.362,31 por ano para os sistemas que utilizam a TMD Ca(OH)₂ e NaOH, respectivamente. Os menores custos nestes sistemas devem estar relacionados, além do menor preço da TMD quando compara ao FS, os menores consumos de MS diariamente.

Tabela 7 - Custos para a produção de 72 cabras leiteiras durante o primeiro ano alimentadas com dieta padrão formulada a base de farelo de soja e dietas com torta de mamona destoxificada com diferentes soluções alcalinas (valor em espécie e porcentagem para cada componente).

Itens	Saanen			Anglo Nubiana		
	Farelo de soja	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH	Farelo de soja	TMD Ca(OH) ₂	TMD NaOH
Alimentação	66.063,36 (66,72%)	55.118,88 (62,87%)	55.362,31 (63,14%)	62.270,00 (66,31%)	58.304,72 (64,21%)	58.323,99 (64,68%)
Sanidade	468,00 (0,47%)	468,00 (0,53%)	468,00 (0,53%)	468,00 (0,50%)	468,00 (0,52%)	468,00 (0,52%)
Mão-de-obra	11.448,00 (11,56%)	11.448,00 (13,06%)	11.448,00 (13,06%)	11.448,00 (12,19%)	11.448,00 (12,61%)	11.448,00 (12,70%)
Outros Custos ¹	106,00 (0,11%)	106,00 (0,12%)	106,00 (0,12%)	106,00 (0,11%)	106,00 (0,12%)	106,00 (0,12%)
Manutenção	582,15 (0,59%)	582,15 (0,66%)	582,15 (0,66%)	582,15 (0,62%)	582,15 (0,64%)	582,15 (0,65%)
Depreciação	1.806,30 (1,82%)	1.818,80 (2,07%)	1.814,80 (2,07%)	1.806,30 (1,92%)	1.818,80 (2,00%)	1.814,80 (2,01%)
Custos de oportunidade	18.535,55 (18,72%)	18.128,26 (20,68%)	17.896,05 (20,41%)	17.230,51 (18,35%)	18.072,59 (19,90%)	17.425,75 (19,33%)

¹Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural e Incra

Como dito anteriormente, o segundo fator que mais contribuiu com as despesas dos sistemas foram os custos de oportunidade, onde em termos percentuais, os sistemas de criação com animais da raça Anglo Nubiana apresentaram menores custos de oportunidade, 18,35; 19,90 e 19,33% para as cabras alimentadas com FS, TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH, respectivamente. Já as cabras Saanen alimentadas com ambas as TMD apresentaram o maior custo de oportunidade, na casa dos 20%. É importante ressaltar que o custo de oportunidade não deve ser compreendido como um desembolso nos sistemas avaliados, pois a compreensão como uma renda implícita proporciona aos sistemas se manterem por mais tempo e de forma viável no mercado. Dessa forma, é como se todos os fatores de produção (terra, trabalho e capital) estivessem sendo remunerados e computados para uma melhor análise econômica de cada sistema de produção. Quando são incluídos todos esses componentes, mesmo que o lucro com a venda de crias caprinas e leite fosse zero, não há razões para que o produtor abandone a atividade, porque ele está recebendo pelo uso de seus próprios fatores de produção (STIVARI et al., 2014). Sendo assim, verifica-se nesta pesquisa, em todos os sistemas avaliados, que o lucro é positivo, tornando então, a produção de leite de leite e venda de crias caprinas, com destaque aos menores custos de oportunidade nos sistemas que optaram pela criação de cabras da raça Anglo Nubianas viável.

Um dos grandes entraves da caprinocultura leiteira é, sem sombra de dúvidas, a alta mortalidade com doenças que afetam o rebanho (PINHEIRO et al., 2000). Porém, deve destacar que em todos os sistemas avaliados, os custos com sanidade animal ficaram abaixo do 1% de

tudo capital necessário para manter as 72 cabras leiteiras, mostrando que apesar da grande dificuldade sanitária encontrada pelos criadores de caprinos, as despesas com medicamentos e tratamentos mostrou ser uma pequena parcela dos custos anuais. De forma parecida, a manutenção das instalações e benfeitorias foi um fator que menos onerou os custos de todos os sistemas, variando de 0,59 a 0,66%. Em relação a mão de obra, pode-se observar que, apesar da remuneração ser igual para todos os sistemas, o percentual destinado a este fator foi maior nos sistemas em que foi utilizada a TMD na alimentação de cabras Saanen. Por outro lado, a produção de cabras desta mesma raça, porém alimentadas com FS, necessitou menor percentual de mão-de-obra (11,56%).

O custo médio com ração por animal no sistema de criação Saanen alimentada por FS ficou em média R\$ 917,55 (Tabela 8). Desta forma, o custo para alimentar um rebanho com 72 animais é de R\$ 66.063,36, sendo maior parte destinada à compra de feno (R\$ 32.703,13) e milho (R\$ 26.921,88), o que corresponde a 49,50 e 40,75%, respectivamente.

Tabela 8 - Custo médio anual da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 72 cabras leiteiras Saanen e Anglo Nubianas alimentadas com dieta padrão formulada a base de farelo de soja.

Ingredientes	Quantidade anual (kg)	Custo por quilo	Custo anual	Custo por cabeça	(%)
Saanen					
Feno	28.686,96	1,14	32.703,13	454,21	49,50
Milho	25.398,00	1,06	26.921,88	373,92	40,75
FS	2.982,96	2,12	6.323,87	87,83	9,57
Calcário	152,64	0,75	114,48	1,59	0,17
Total	57.220,56	1,16	66.063,36	917,55	100
Anglo Nubiana					
Feno	25.840,80	1,14	29.458,51	409,15	47,27
Milho	24.930,72	1,06	26.426,56	367,04	42,40
FS	2.977,92	2,12	6.313,19	87,68	10,13
Calcário	152,64	0,75	114,48	1,59	0,18
Total	53.902,08	1,16	62.270,74	865,45	100

Ao longo de um ano, a quantidade de ração necessária para manter as 72 cabras Saanen é de 57.220,56 quilos. No sistema de criação de cabras Anglo Nubianas alimentadas com a dieta a base de FS, a quantidade necessária de ração fica em torno de 53.902,08 quilos, a qual corresponde a exatamente R\$ 62.270,74. Deste total, cerca de 47,27% é destinado ao volumoso da dieta, maior percentual, o que equivale a 29.458,51 quilos. Ao longo de um ano, o custo com farelo de soja na dieta corresponde a 10,13% dos gastos com a ração consumida pelas

cabras Anglo Nubianas, 0,56 pontos percentuais a mais que as Saanen alimentadas com esta mesma dieta, porém em valores monetários o capital destinado à compra de FS para estas últimas é maior (R\$ 6.323,87) que as Anglo Nubianas (R\$ 6.313,19).

A utilização da TMD Ca(OH)_2 em dieta de cabras Saanen proporcionou um custo de alimentação em torno de R\$ 61.667,05. Desse total, cerca de 47,77% foi destinado a aquisição de feno (Tabela 9). Pode-se observar que, ao comparar este sistema com os dois anteriores, a quantidade de ingrediente proteico, ou seja, a TMD, aumentou de forma considerável (4.347,36 quilos), contra 2.982,96 das cabras Saanen e 2.977,92 quilos para as cabras Anglo Nubianas alimentadas com FS. Porém, em valores monetários, o uso da TMD Ca(OH)_2 pelas cabras Anglo Nubianas foi bem menor que as que consumiram a dieta com FS, haja vista que neste sistema o valor destinado a TMD foi de R\$ 5.781,98, em contraste aos R\$ 6.313,19 no sistema com FS, para a mesma raça, uma diferença de R\$ 531,21.

Tabela 9 - Custo médio anual da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 72 cabras Saanen e Anglo Nubianas alimentadas com dieta formulada a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

Ingredientes	Quantidade anual (kg)	Custo por quilo	Custo anual	Custo por cabeça	(%)
Feno	25.840,80	1,14	29.458,51	409,14	47,77
Milho	24.930,72	1,06	26.426,56	367,03	42,85
TMD Ca(OH)_2	4.347,36	1,33	5.781,98	80,30	9,37
Total	55.118,88	1,12	61.667,05	856,49	100
Anglo Nubiana					
Feno	25.786,08	1,14	29.396,13	408,27	47,74
Milho	24.912,00	1,06	26.406,72	366,76	42,89
TMD Ca(OH)_2	4.332,24	1,33	5.761,87	80,02	9,35
Total	55.030,32	1,12	61.564,73	855,06	100

Da mesma forma que no sistema de criação de cabras Saanen alimentadas com TMD Ca(OH)_2 , as cabras Anglo Nubianas alimentadas com esta dieta tiveram custos com alimentação em torno de 55 mil reais anualmente. Desta forma, pode-se confirmar que ambos os sistemas foram os mais parecidos no que concerne os custos com alimentação.

O custo da dieta contendo TMD NaOH foi de R\$ 1,13 o quilo (Tabela 10), ou seja, 3 centavos mais barata que a dieta padrão à base de FS. Observou-se que dentro de um intervalo de um ano, a alimentação de um lote com 72 cabras Saanen necessita de 48.692,16 kg de ração, sendo que o ingrediente que tem maior custo anual é o feno (R\$ 26.929,62/ano). Pode-se observar também que, ao contrário dos sistemas anteriores, o uso do óleo de soja teve uma

considerável participação nos custos (4,1%). Porém, mesmo com a inclusão do óleo de soja na dieta, esse sistema foi o que apresentou menor custo com a alimentação das cabras (R\$ 56.600,71) o que correspondeu a R\$ 786,12 por cabeça/ano, segundo menor custo por animal, perdendo apenas para o sistema de cabras Anglo Nubianas alimentadas com a dieta padrão (R\$ 748,64 por cabeça/ano). Em relação ao sistema com cabras Anglo Nubianas, o custo anual com a alimentação foi R\$ 3.032,18 superior às Saanen, cujo preço médio por cabeça ficou em torno de R\$ 828,23.

Tabela 10 - Custo médio anual da dieta conforme a quantidade total fornecida (matéria seca) para 72 cabras Saanen alimentadas com dieta formulada a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Ingredientes	Quantidade anual (kg)	Custo por quilo	Custo anual	Custo por cabeça	(%)
Saanen					
Feno	23.622,48	1,14	26.929,62	374,02	47,58
Milho	20.620,08	1,06	21.857,28	303,57	38,62
TMD NaOH	3.870,00	1,42	5.495,40	76,32	9,71
Óleo de soja	579,60	4,00	2.318,40	32,20	4,10
Total	48.692,16	1,13	56.600,71	786,12	100
Anglo Nubiana					
Feno	24.894,72	1,14	28.379,98	394,16	47,59
Milho	21.765,60	1,06	23.071,53	320,43	38,68
TMD NaOH	4.090,32	1,42	5.808,25	80,67	9,74
Óleo de soja	593,28	4,00	2.373,12	32,96	3,97
Total	51.343,92	1,13	59.632,89	828,23	100

Pode-se observar que a simulação para produção de leite e crias oriundas de 72 cabras leiteiras proporcionou receita superior aos custos de produção, resultando em indicadores econômicos positivos para todos os cenários avaliados (Tabela 11). As receitas geradas pelos sistemas que utilizam a raça Saanen são maiores, haja vista que o preço do produto gerado é mais valorizado no mercado caprino, ou seja, as crias Saanen apresentam maior preço de mercado, R\$ 500,00 a fêmea e R\$ 350,00 o cabrito macho. Por outro lado, as cabras Saanen alimentadas com TMD, por apresentarem menores custos com alimentação geraram maior receita líquida, sendo R\$ 18.905,87 e R\$ 18.340,29 as alimentadas com TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH, respectivamente, mesmo produzindo menor quantidade de leite (Tabela 2).

Tabela 11 - Indicadores econômicos da produção matrizes de pura origem (PO) na cidade de Sobral alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Dieta	RT ¹ (R\$)	CT ² (R\$)	RF ³ (R\$)	PN ⁴	TRe ⁵ (%)	PTF ⁶
Saanen						
Farelo de soja	105.143,40	97.017,36	8.126,04	68,87	8,38	1,08
TMD Ca(OH) ₂	104.583,96	85.678,09	18.905,87	67,72	22,07	1,22
TMD NaOH	104.025,60	85.685,31	18.340,29	67,98	21,40	1,21
Anglo Nubiana						
Farelo de soja	96.483,96	91.812,96	4.671,00	70,17	5,09	1,05
TMD Ca(OH) ₂	102.628,08	88.698,26	13.929,82	68,92	15,70	1,16
TMD NaOH	91.268,64	88.070,69	3.197,95	71,76	3,63	1,04

¹RT: Receita total: Receita com a venda de leite, receita com a venda de cabritos desmamados para abate e receita com a venda de cabritas desmamadas para reprodução; ²CT: Custos totais; ³RF: Renda da família; ⁴PN: Ponto de nivelamento; ⁵TRe: Taxa de retorno do empreendedor; ⁶PTF: Produtividade total dos fatores.

Em relação ao ponto de nivelamento (PN) dos sistemas pode-se observar que todos os cenários tiveram PN inferior a 72 cabras que é a quantidade de animais simuladas em cada cenário. Os sistemas de criação de cabras Saanen alimentadas com TMD apresentaram menor PN (67,85). Em contraste, quando se utiliza a dieta a base de FS tanto na criação de cabras Saanen quanto Anglo Nubianas necessitam de maior quantidade de animais para que os valores de venda sejam superiores aos custos totais (68,87 cabras). Esses dados são bem interessantes, haja vista esse número de animais se enquadra como a quantidade de animais encontrados na pequenos propriedades rurais, além disso o uso da torta de mamona proporciona menores custos com a alimentação das cabras, o que de certa forma, faz com que a quantidade de animais seja maior dentro de um sistema de produção.

O preço de venda das crias produzidas foi um item influenciou de forma bem significativa os resultados da análise econômica dos seis sistemas avaliados, haja vista que a produção de leite pode apresentar vários gargalos, sendo o principal deles, o baixo preço do leite vendido. Por outro lado, a venda de cria mostrou ser uma receita viável ao produtor, pois três gestações a cada dois anos proporciona a produção de 108 crias dentro de um ano, gerando consideráveis receitas em cada sistema, cerca de R\$ 45.900,00 para os sistemas com a raça Saanen e R\$ 35.100,00 para as Anglo Nubianas. Esses valores correspondem a 43,65; 43,89 e 44,12% das receitas totais oriundas dos sistemas de criação de cabras Saanen alimentadas com FS, TMD Ca(OH)₂ e TMD NaOH, respectivamente. Na mesma ordem, para as Anglo Nubianas são: 36,38; 34,20 e 38,46% das receitas totais geradas dentro de um ano. Desta forma, pode-se concluir que nos sistemas de criação de cabras Saanen, há maior participação da venda de

cabritos/as na receita das propriedades, sendo que a utilização da TMD NaOH faz com que essa participação seja maior. Tal efeito está relacionado a menor produção de leite por essas cabras. De uma forma geral observa-se que o cenário é que se utiliza cabras Anglo Nubianas alimentadas com TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ há menor participação de receita oriunda da venda das crias.

A criação de cabras leiteiras pode ser considerada, independente da raça ou dieta utilizada na alimentação, um investimento viável. Por outro lado, por essa atividade apresentar elevado impacto econômico na rentabilidade dos sistemas, pode-se considerar que a produção e venda de leite, apesar de ser uma atividade que depende do comportamento da economia local, faz com que as variações desfavoráveis nos preços de comercialização do leite pago aos pecuaristas provoque perdas significativas na atividade, haja vista que esse tipo de mercado ainda não é bem consolidado na região nordeste, principalmente pela ausência de laticínios destinados a comercialização, industrialização do leite caprino, tal como na bovinocultura leiteira, em que as bacias produtoras de leite são bem consolidadas nestes requisitos. Mesmo assim, pode-se observar que a RL de todos os sistemas foi maior que zero, isso indica que a atividade é estável e tem possibilidade de expansão (GUIDUCCI et al., 2012). Porém, mesmo que a renda líquida fosse igual a zero, em condições de concorrência na produção de leite caprino, indicaria o equilíbrio em longo prazo, no qual o produtor seria capaz de pagar todos os dispêndios, ou seja, remunerar todos os fatores de produção. Da mesma forma que a RL, a renda da família (RF), que nestes cenários são os mesmos valores, é indicador e importante, pois ajuda a explicar, em grande parte, a resistência de produtores familiares, que permanecem na atividade produtiva mesmo quando auferem renda líquida menor que zero. Isso muitas vezes ocorre, e se justifica, mediante a obtenção de uma renda familiar positiva. Desta forma, observa-se que o sistema de criação de Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH apresentou menor RF (R\$ 3.197,95). Por outro lado, os sistemas de criação que optarem por alimentar as cabras com dieta a base de TMD proporciona maior RF, cerca de R\$ 18.905,87 para o sistema com dieta a base de TMD NaOH e R\$ 18.340,29 para os que utilizam a ração com TMD NaOH. Em valores atualizados em 2018, as RF destes dois sistemas correspondem a exatamente a 19,91 e 19,22 salários mínimos, respectivamente.

Outro indicador interessante nos sistemas avaliados é a Produtividade total dos fatores (PTF). Basicamente, todos os sistemas apresentaram PTF maior que 1, com menor valor no sistema de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH, que inclusive fez com que a TRe seja de somente 3,63%. Em relação a PTF, os valores acima de 1 indicam que para cada R\$ 1,00 investido na atividade, retorna mais de R\$ 1,00 ao produtor em renda bruta. Assim, pode-se dizer que, quanto maior for a participação do fator em relação ao custo

de produção, maior terá que ser sua produtividade, para a maximização do lucro. Nos sistemas avaliados, os gastos com ração concentrada têm grande peso no custo total de produção. Desta forma, para a maximização de lucro, deve-se priorizar a maior produtividade dos dois fatores (litros de leite por quilo de concentrado e maior quantidade de crias). Os sistemas de criação de cabras Saanen alimentadas com TMD apresentaram taxa de retorno do empreendedor acima de 20% mostrando assim grande atratividade ao produtor que optar por este tipo de sistema.

Observou-se que a análise econômico-financeira das dietas avaliadas se mostraram viáveis ao longo de 8 anos com a taxa de juros de 6% ao ano (Tabela 11). Tanto o VPL quanto o VPLa apresentaram valores bem atrativos para uma pequena criação de cabras leiteiras. Em relação aos cenários avaliados, o sistema de criação de cabras Saanen que utilizou a dieta a base de TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e as Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH apresentaram maiores VPLs (R\$ 171.818,01 e 154.218,22, respectivamente). É interessante observar que, de uma forma geral, os sistemas de criação com cabras Anglo Nubianas, embora tenham apresentado VPLs positivos, demonstraram valores relativamente inferiores aos sistemas de criação de cabras da raça Saanen, com exceção do que utilizou a dieta à base de TMD NaOH. Em relação ao payback, pode observar que todos os cenários apresentaram baixo tempo de retorno do investimento aplicado, com valores inferiores a três anos para as Saanen e entre 3,19 a 4,03 para as Anglo Nubianas, com destaque para ao sistema que utiliza TMD NaOH (2,33 anos).

Tabela 12 - Análise financeira da produção de matrizes de caprinas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de mamona destoxificada por diferentes produtos alcalinos em substituição ao farelo de soja.

Dieta	VPL ¹	VPLa ²	PBD ³	TIR ⁴	TIRM ⁵	IL ⁶	TR ⁷
Farelo de soja	111.670,18	15.172,40	2,84	34,32	18,23	2,12	112,38
TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$	171.818,01	23.344,56	2,17	46,98	22,14	2,85	185,46
TMD NaOH	138.495,26	18.817,07	2,50	39,19	20,19	2,42	141,65
			Anglo Nubiana				
Farelo de soja	53.846,80	7.316,06	4,03	20,12	13,17	1,30	30,35
TMD $\text{Ca}(\text{OH})_2$	90.035,43	12.232,93	3,19	29,23	16,12	1,76	75,83
TMD NaOH	154.218,22	20.953,31	2,33	33,87	21,28	2,64	164,08

¹VPL: Valor presente líquido; ²VPLa: Valor presente líquido anualizado; ³PBD: Payback descontado; ⁴TIR: Taxa interna de retorno; ⁵TIRM: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁶IL: Índice de lucratividade; ⁷TR: Taxa de rentabilidade.

A análise de sensibilidade do sistema de produção de matrizes Saanen alimentadas com FS mostraram que, apesar das mais variáveis situações de mudanças no preço das crias e do

leite comercializado ou da quantidade produzida, os indicadores de performance econômico ainda foram economicamente viáveis (Tabela 13). Na simulação do sistema mais desfavorável, por exemplo, o VPL foi de R\$ 11.756,34 com o payback superior a 10 anos, muito tempo para o retorno do investimento, taxa interna de retorno positiva de 4,64%, porém abaixo da taxa de atratividade que é de 6%, mostrando por esse ponto de vista, a atividade é economicamente inviável. Da mesma forma, o índice de lucratividade ficou abaixo de 1, mostrando ineficiência nessa situação. De forma contrária a essa situação, em um ambiente com valorização de 30% do preço do leite a crias e aumento de 30% na produtividade, os índices de desempenho são altamente atrativos, com destaque ao payback de 1,32 anos e TR de 248,42%.

Tabela 13 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de farelo de soja.

Variações		Indicadores de performance econômico					
Preço	Quantidade	VPL ¹	Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	246.847,73	1,32	73,64	23,08	4,51	248,42
20%	20%	197.870,36	1,62	59,28	21,60	3,64	199,13
10%	10%	152.811,17	2,08	46,07	19,94	2,85	153,78
-10%	-10%	74.447,38	4,21	23,09	15,63	1,46	74,92
-20%	-20%	41.142,76	7,40	13,31	12,50	0,87	41,40
-30%	-30%	11.756,34	0	4,64	7,38	0,35	11,83

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

A produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com FS mostrou uma variação ainda maior que as Saanen alimentadas com esta dieta (Tabela 14). Observou-se que na simulação de um cenário mais pessimista, ou seja, com a redução de 30% tanto da produção quanto do preço do produto, a taxa interna de retorno foi de 6,41%, ou seja, maior que a taxa de atratividade, mostrando que em uma situação mais desfavorável, a criação de cabras Anglo Nubianas recebendo dieta à base de FS é mais indicada do que as Saanen alimentadas com a mesma dieta.

Tabela 14 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de farelo de soja.

Variações		VPL ¹	Indicadores de performance econômico				
Preço	Quantidade		Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	388.558,54	0,99	101,84	28,43	6,19	419,41
20%	20%	311.464,15	1,22	81,98	26,61	5,00	336,20
10%	10%	240.537,30	1,56	63,70	24,56	3,91	259,64
-10%	-10%	117.186,27	3,16	31,93	19,26	2,01	126,49
-20%	-20%	64.762,07	5,56	18,41	15,40	1,20	69,90
-30%	-30%	18.505,43	0	6,41	9,09	0,49	19,97

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

Em relação à análise de sensibilidade do sistema de produção de cabras Saanen alimentadas com TMD Ca(OH)₂ pode-se observar que, de uma forma geral, o uso desse alimento alternativo, mostra-se ser uma alternativa viável na substituição do FS na produção de matrizes Saanen (Tabela 15), haja que no sistema mais desfavorecido pelo preço e quantidade produzida, os indicadores de viabilidade econômica estiveram positivos. Neste caso, o VPL (R\$ 14.988,99) e a alta TR (15,33%) apontam que esse sistema consegue se manter de forma viável em uma situação totalmente adversa.

Tabela 15 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

Variações		VPL ¹	Indicadores de performance econômico				
Preço	Quantidade		Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	314.723,73	1,12	86,74	25,89	5,28	321,89
20%	20%	252.278,99	1,38	69,83	24,23	4,27	258,03
10%	10%	194.829,83	1,77	54,26	22,37	3,33	199,27
-10%	-10%	94.918,25	3,58	27,19	17,53	1,71	97,08
-20%	-20%	52.455,83	6,29	15,68	14,02	1,02	53,65
-30%	-30%	14.988,99	0	6,46	8,28	0,42	15,33

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

Da mesma forma que a análise de sensibilidade do sistema de produção de matrizes Saanen alimentadas com TMD Ca(OH)₂ mostrou ser viável, o uso desta dieta para cabras Anglo Nubianas também apresentou respostas viáveis (Tabela 16). Porém, no cenário mais pessimista, o uso deste alimento mostrou-se ser economicamente inviável, haja vista que

apesar do VPL ser positivo (R\$ -6.936,81) a baixa TIR modificada (3,31%) e TIR modificada (5,71%) aliada a pequena taxa de rentabilidade (3,91) indicam que, ao contrário das cabras Saanen alimentadas com esta dieta, não consegue manter-se por muito tempo na atividade, principalmente devido ao elevado tempo de payback, onde o tempo de retorno do investimento é maior que dez anos, por isso o valor foi zero.

Tabela 16 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de cálcio.

Variações		Indicadores de performance econômico					
Preço	Quantidade	VPL ¹	Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	145.652,09	1,54	52,57	17,86	3,33	82,09
20%	20%	116.753,07	1,90	42,32	16,72	2,69	65,81
10%	10%	90.165,98	2,43	32,89	15,43	2,10	50,82
-10%	-10%	43.927,55	4,92	16,48	12,10	1,08	24,76
-20%	-20%	24.276,22	8,65	9,50	9,67	0,65	13,68
-30%	-30%	6.936,81	0	3,31	5,71	0,26	3,91

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

A análise de sensibilidade do sistema de produção de matrizes Saanen alimentadas com TMD NaOH, assim como as Saanen alimentadas com a dieta padrão, mostraram que, apesar das mais variáveis situações de mudanças no preço de mercado, os indicadores de performance econômico ainda são economicamente viáveis (Tabela 17). Na situação em que ocorre uma grande desvalorização do preço das crias e leite e simultaneamente a queda de 30% da produção, o VPL foi de R\$ 12.654,8, porém com payback maior que dez anos, uma taxa interna de retorno positiva de 5,01%, porém menor que a taxa de atratividade, índice de lucratividade de 0,37 e taxa de rentabilidade de 10,23%.

Tabela 17 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Saanen alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Variações		VPL ¹	Indicadores de performance econômico				
Preço	Quantidade		Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	265.714,28	1,17	79,66	22,34	4,70	214,85
20%	20%	212.993,57	1,44	64,12	20,91	3,80	172,22
10%	10%	164.490,52	1,84	49,83	19,30	2,97	133,00
-10%	-10%	80.137,38	3,73	24,97	15,13	1,53	64,80
-20%	-20%	44.287,30	6,56	14,40	12,10	0,91	35,81
-30%	-30%	12.654,87	0	5,01	7,14	0,37	10,23

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

A produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH mostraram uma variação maior que as Saanen alimentadas com esta mesma dieta. De uma forma geral, pode-se observar que na simulação de um cenário com a maior variação negativa dos preços e quantidade produzida, os indicadores de performance não foram negativos (Tabela 18), porém com a simples variação de 10% no cenário já permite com que o payback do sistema seja maior que 10 anos, o que indica grande tempo para retorno do investimento. É interessante observar que, em relação aos outros indicadores, a TIR mesmo na situação mais pessimista ficou acima da taxa de atratividade.

Tabela 18 - Análise de sensibilidade de produção de matrizes Anglo Nubianas alimentadas com dieta a base de torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio.

Variações		VPL ¹	Indicadores de performance econômico				
Preço	Quantidade		Payback	TIR ²	TIRm ³	IL ⁴	TR ⁵ (%)
30%	30%	439.121,05	6,06	135,46	46,65	8,22	448,54
20%	20%	351.994,48	7,46	109,04	43,67	6,64	359,55
10%	10%	271.838,04	9,55	84,74	40,30	5,19	277,67
-10%	-10%	132.435,53	0	42,47	31,60	2,67	135,28
-20%	-20%	73.189,46	0	24,49	25,26	1,59	74,76
-30%	-30%	20.913,52	0	8,53	14,92	0,65	21,36

¹VPL: Valor presente líquido; ²TIR: Taxa interna de retorno; ³TIRm: Taxa interna de retorno modificada (% a.a.); ⁴IL: Índice de lucratividade; ⁵TR: Taxa de rentabilidade.

10.4 CONCLUSÕES

A maior produtividade é alcançada pelos sistemas que optarem pela criação de cabras Saanen alimentadas com FS, entretanto, o uso da TMD por cabras desta raça faz com que os

custos de produção sejam menores, tornando-os mais eficiente em termos econômicos. Os custos com alimentação, oportunidade e a mão de obra foram os itens que mais oneraram em todos os cenários avaliados.

As análises de sensibilidade mostraram que na maioria dos sistemas avaliados, apenas nas situações mais desfavoráveis, tais como a redução de 30% tanto na produção quanto no preço de mercado, os indicadores de performance econômico não atrativos, haja vista que o tempo de retorno do investimento é muito longo, principalmente na criação de cabras Anglo Nubianas alimentadas com TMD NaOH, pois com apenas uma redução de 10% o payback fica superior a dez anos. Mesmo assim, pode-se considerar que o uso da TMD, independente do produto alcalino utilizado na destoxificação ou raça caprina, não compromete a viabilidade econômica dos sistemas, porém quando comparados aos sistemas que utiliza a dieta padrão, apresentam menor rentabilidade.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

O uso de produtos químicos alcalinos como hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio nas concentrações de 90 e 60 gramas por quilo de torta de mamona bruta, ambos diluídos em 2.000 ml de água permitem uma completa inativação das lectinas presentes na torta de mamona. Em relação ao tempo, recomenda-se que o material fique em contato por no mínimo três horas, podendo ser secado em seguida. Ambas as tortas podem ser utilizadas na alimentação de cabras leiteiras sem causar alterações negativas no desempenho dos animais.

O uso de qualquer uma dessas tortas pode ficar a critério do produtor dado as variações que ocorrem em cada uma das fases produtivas. Desta forma, conhecer as variações fisiológicas das cabras leiteiras é fundamental para adequação de qualquer sistema produtivo, uma vez que a eficiência alcançada em cada fase é condição para o sucesso das fases produtivas subsequentes. É importante destacar que ambas as raças não demonstraram variação no que concerne ao consumo, porém o desempenho foi maior para as das raça Saanen. O uso da torta de mamona na fase de recria mostra ser altamente atrativo, haja vista que a receita líquida de todos os sistemas é maior que zero, o que indica que a atividade é estável, apresentando altas taxas internas de retorno. Da mesma forma, os índices de lucratividade são bem atrativos, principalmente os sistemas que optarem pela cria de cabras da raça Saanen. Por outro lado, durante a fase de gestação e/ou lactação a maior produtividade é alcançada pelos sistemas que optarem pela criação de cabras Saanen alimentadas com farelo de soja, entretanto, o uso da de ambas as tortas de mamona por cabras desta raça faz com que os custos de produção sejam menores, tornando-os mais eficiente em termos econômicos.

Dietas formuladas com torta de mamona destoxificada diminuem a produção de leite de cabras durante o período lactacional, com destaque a torta de mamona destoxificada por hidróxido de sódio que controla o consumo, não somente nesta fase, mas também na recria e gestação, afetando o desempenho produtivo, contudo esse efeito é compensado pela maior eficiência na produção e qualidade do leite. Portanto, se a indústria de lácteos optar por um produto diferenciado, recomenda-se a utilização de dietas contendo torta de mamona destoxificada com NaOH, pois terá um produto com valor agregado. Caso contrário, pode-se optar pela dieta formulada com torta de mamona destoxificada com $\text{Ca}(\text{OH})_2$, a qual proporciona produção semelhante aos animais alimentados com dietas a base de farelo de soja, porém com perfil nutritivo inferior.

Por fim, este trabalho poderá contribuir sobremaneira na área nutricional, principalmente no que se refere ao uso adequado deste subproduto em dieta de ruminantes, pois além de tratar

de um tema complexo, como é o caso do aproveitamento de resíduos do biodiesel, aborda fatores que interferem diretamente em cada uma das fases produtivas e, ainda proporciona resultados interessantes e questionamentos acerca das respostas dessas duas raças com grande aptidão leiteira e muito utilizadas na região nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS

- ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G. K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K. S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, v. 120, n. 1-2, p. 10, 2005.
- ARAÚJO, R.A.; NEIVA, J. N. M.; POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; ROGÉRIO, M. C. P.; LUCAS, R. C.; MARANHÃO, S. R.; FONTINELE, R. G.; EGITO, A. S. Feeding behaviour and physiological parameters of rearing goats fed diets containing detoxified castor cake. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, 2247-2260, 2018.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS—AOAC, 2003. **Official Methods of Analysis**, 17th 2nd rev. ed. Association of Analytical Chemists—AOAC, Gaithersburg, M. D, p. 1094.
- BARROS, M. C. C.; MARQUES, J. A.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; COSTA, L. T.; GUIMARÃES, S.; SILVA, L. L.; GUSMÃO, J. J. N. Economic viability of crude glycerin in diets for lambs finished in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, 443-452, 2015.
- DAL MONTE, H. L.; COSTA, R. G.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; PIMENTA FILHO, E. C.; CRUZ, G. R. R.; MENEZES, M. P. C. Calculation of the costs and evaluation of incomes in different systems of production of goat milk in Cariris Paraibanos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, 2535-2544, 2010.
- DANG, L.; VAN DAMME, E. J. S. Toxic proteins in plants. **Phytochemistry**, Londres, v. 117, 51-64, 2015.
- GUIDUCCI, R. C. N.; ALVES, E. R. A.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. In: GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-78.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, Oxford. 81, 3226-3232, 2003.
- HARTMAN, J.C.; SCHAFRICK I.C. 2004. The relevant internal rate of return. **The Engineering Economist**. Munique, v. 49, n. 3, p. 39-158.
- KASSAI, J.R.; KASSAI, S.; SANTOS, A.; ASSAF NETO, A. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. São Paulo: Atlas, 1999.
- LICITRA, G., HERNANDEZ, T. M., VAN SOEST, P. J. Standartization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Missouri, V. 57, 347–358, 1996.
- LÔBO, A. M. B. O.; LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; SOUZA, V.; ALVES, A. A. C.; COSTA, A. C.; ALBUQUERQUE, M. A. M. Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. **Small Ruminant Research**. V. 153, 9-16, 2017.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Gaithersburg. v. 85, n. 5, p. 1217–1240, 2002.

MOREIRA, M.N.; SILVA, A.M.A.; CARNEIRO, H.; BEZERRA, L. R.; MORAIS, R.K.O.; MEDEIROS, F.F. In vitro degradability and total gas production of biodiesel chain byproducts used as a replacement for cane sugar feed. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. 36, 399-403.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL—NRC, 2007. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. National Academy Press, Washington, DC.

PAIM, T. P.; CARDOSO, M. T. M.; BORGES, B. O.; GOMES, E. F.; LOUVANDINI, H.; MCMANUS, C. Estudo econômico da produção de cordeiros cruzados confinados abatidos em diferentes pesos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 12, 48-57, 2011.

PINHEIRO, R. R.; GOUVEIA, A. M. G.; ALVES, F. S. F.; HADDAD, J. P. A. Epidemiological aspects of the raising goat in Ceará State, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, 1-14, 2000.

PINTO, C. W. C.; COSTA, J. M. O.; NOBREGA JR, J. E. Alternativa para produção de cordeiros Santa Inês em confinamento, alimentados com subprodutos da agroindústria. **Revista Agropecuária Técnica**, Campina Grande, v. 35, 185-190, 2014.

PULINA, G.; MILÁN, M.J.; LAVÍN, M.P.; THEODORIDIS, A.; MORIN, E.; CAPOTE, J.; THOMAS, D. L.; FRANCESCONI, A.H.D.; CAJA, G. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, 1-15, 2018.

ROMERO-HUELVA, M.; RAMÍREZ-FENOSA, M. A.; PLANELLES-GONZÁLEZ, R.; GARCÍA-CASADO, P.; MOLINA-ALCAIDE, P. 2017. Can by-products replace conventional ingredients in concentrate of dairy goat diet? **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, 1–13, 2017.

SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J., FOX, D. G., RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 70, 3562-3577, 1992.

STIVARI, T. S. S.; CHEN, R.F.F.; GAMEIRO, A.H.; MONTEIRO, A. L. G.; RAINERI, C.; SILVA, J. B. A. Feasibility of grazing sheep production systems using long-term economic indicators and the methodology of the soil expectation value. **Brazilian journal of veterinary research and animal science**, São Paulo. V. 51, 149-157, 2014.

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

WEISS, W.P. 1999. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Proc. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Cornell University, Ithaca, USA. pp. 176–185.

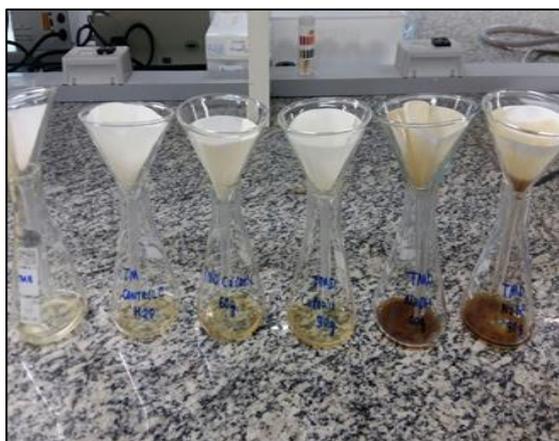
APÊNDICE A - FOTOGRAFIAS DO EXPERIMENTO



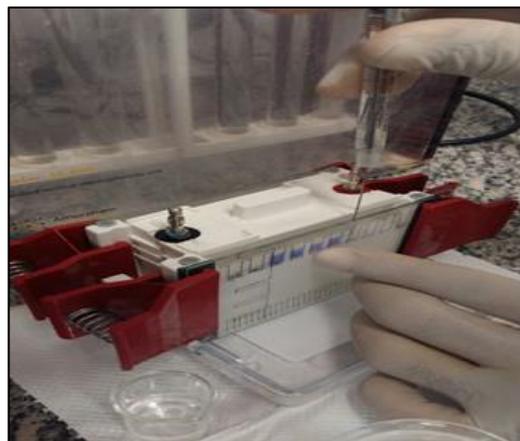
Fotografia 1: Betoneira para mistura dos reagentes e torta.



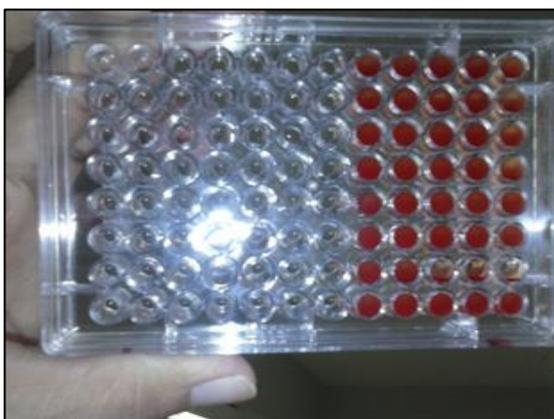
Fotografia 2: Secagem das tortas após mistura.



Fotografia 3: Extração das proteínas para análise.



Fotografia 4: Injeção das proteínas em SDS-PAGE.



Fotografia 5: Ensaio de hemaglutinação com hemácias de coelho.



Fotografia 6: Saquinhos com material para serem incubados no rúmen.



Fotografia 7: Vista geral do galpão experimental.



Fotografia 8: Vista interna, com destaque as baias individuais.



Fotografia 9: Cabrita Saanen durante a fase inicial de crescimento.



Fotografia 10: Cabra Saanen durante a fase final de crescimento.



Fotografia 11: Matriz Saanen durante a fase de terço final de gestação.



Fotografia 12: Cabra Saanen durante a segunda quinzena da fase de lactação.



Fotografia 13: Coleta de urina *Spot* com auxílio de bolsa de colostomia.



Fotografia 14: Rufião identificando o cio de cabras da raça Anglo Nubiana.



Fotografia 15: Ensaio de comportamento ingestivo durante o turno da noite.



Fotografia 16: Mensuração dos batimentos cardíacos com estetoscópio.



Fotografia 17: Ordenha manual de cabra Anglo Nubiana.



Fotografia 18: Ensaio de rendimento de queijo em tubos eppendorf.