

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

RAFAEL NOGUEIRA FURTADO

**VALOR NUTRICIONAL DE RAÇÕES TOTAIS CONTENDO TORTA
DE MAMONA SUBMETIDA A MÉTODOS ALTERNATIVOS DE
DESTOXIFICAÇÃO PARA OVINOS**

**FORTALEZA - CEARÁ
2010**

RAFAEL NOGUEIRA FURTADO

**VALOR NUTRICIONAL DE RAÇÕES TOTAIS CONTENDO TORTA
DE MAMONA SUBMETIDA A MÉTODOS ALTERNATIVOS DE
DESTOXIFICAÇÃO PARA OVINOS**

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Prof.^ª Dr.^ª. Maria Socorro de Souza Carneiro

Coorientador: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido

**FORTALEZA - CEARÁ
2010**

- F989v Furtado, Rafael Nogueira
Valor nutricional de rações totais contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos / Rafael Nogueira Furtado.
82 f: il. color. enc.
- Orientadora: Profª. Dra. Maria do Socorro de Souza Carneiro
Co-Orientador : Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido
Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Zootecnia , Fortaleza, 2010.
1. Mamona – aspecto nutricional 2. Digestibilidade animal I. Carneiro, Maria do Socorro de Souza (orient.) II. Cândido, Magno José Duarte (co-orient.) III. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia IV.Título

CDD 636.08

RAFAEL NOGUEIRA FURTADO

**VALOR NUTRICIONAL DE RAÇÕES TOTAIS CONTENDO TORTA
DE MAMONA SUBMETIDA A MÉTODOS ALTERNATIVOS DE
DESTOXIFICAÇÃO PARA OVINOS**

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Aprovada em 10 de fevereiro de 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Maria Socorro de Souza Carneiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof^ª. Dr^ª. Elzânia Sales Pereira (Conselheira)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério (Conselheiro)
Universidade Estadual Vale do Acaraú

Prof. Dr. Divan Soares da Silva (Conselheiro)
Universidade Federal da Paraíba

OFEREÇO

A DEUS, por ser o centro de tudo que existe, o caminho, a verdade e a vida.

A minha mãe Sonia e meu pai Vicente, que me criaram com amor e me educaram, ensinando-me o verdadeiro valor da vida.

A minha esposa Monique, que trouxe alegria, felicidade e amor para minha vida, apoiando-me em todos os momentos.

Aos meus irmãos Rener e Renato, que sempre estiveram ao meu lado e que são meus verdadeiros amigos.

A minha avó materna Antônia Nunes Nogueira, que é um presente de Deus em minha vida, minha segunda mãe.

Ao meu tio e padrinho Guaraci, que sempre me apoiou nos estudos querendo sempre o melhor não só pra mim como para todos os seus sobrinhos.

A todos os meus primos e tios, que sempre mantiveram um ambiente de harmonia na família e demonstraram união nos momentos difíceis.

A meu avô materno Mozart Henrique Nogueira(*in memória*) e minha avó paterna Ursulina Furtado Camursa (*in memória*),

saudades.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pela proteção, saúde e felicidade que trouxe e traz para mim e minha família.

À Universidade Federal do Ceará e em especial ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização deste curso.

À Prof.^a D.Sc. Maria Socorro de Souza Carneiro por todos os ensinamentos passados ao longo dos anos, pelo incentivo e todas as oportunidades que me proporcionou. Por seu lado humano incrível demonstrando ser mais do que uma orientadora, uma mestre.

Ao Prof. D.Sc. Magno José Duarte Cândido, pelos ensinamentos e confiança que depositou em mim ao longo de todo o curso.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura – NEEF, pelo apoio estrutural cedido para a realização deste trabalho.

Ao Fernando Henrique que junto comigo formou uma parceria vitoriosa para a realização deste trabalho.

À professora Elzânia Sales Pereira, pelos ensinamentos durante as disciplinas e as dúvidas esclarecidas durante as análises laboratoriais.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ-UFC), pelos ensinamentos transmitidos.

À todos os alunos do NEEF, que me ajudaram durante o trabalho de campo: Alan, Leane, Diego, Jaiana, Cyntia, Monalisa, Lina e Paulo.

À todos os colegas e amigos da Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

Aos meus amigos Liandro, Rildson e Roberto que muito me ajudaram e aconselharam-me.

Às minhas novas amigas da avicultura Roseane e Nádia pela convivência, amizade e pelos momentos de descontração durante os longos dias no laboratório de Nutrição.

Aos alunos e funcionárias do laboratório de nutrição animal – LANA: Roseane, Helena, Júnior e Iana pela boa convivência e ajuda que me prestaram durante as análises laboratoriais.

As verdadeiras amizades resistem ao tempo e a distância, dedico a todos os meus amigos da turma de formandos de 2007.2.

Muito obrigado, que Deus ilumine sempre vocês!

“Pedras no caminho?
Guardo todas...um dia construirei um castelo!”
(Fernando Pessoa)

“Superação é ter a humildade de aprender com o passado,
não se conformar com o presente
e desafiar o futuro.”
(Hugh Bethlem)

VALOR NUTRICIONAL DE RAÇÕES TOTAIS CONTENDO TORTA DE MAMONA SUBMETIDA A MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESTOXICAÇÃO PARA OVINOS

Autor: Rafael Nogueira Furtado

Orientadora: Profa. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro

RESUMO

Este trabalho foi conduzida com o objetivo de avaliar o efeito de métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona sobre o consumo, digestibilidade, parâmetros ruminais e sanguíneos em ovinos. Foram utilizados 20 ovinos, sendo 10 machos inteiros e 10 fêmeas todos mestiços de Morada Nova, com peso vivo médio em torno de $17 \pm 1,02$ kg e idade média de 7 meses. Para o ensaio de digestibilidade e para os dados de parâmetros sanguíneos o delineamento utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, sendo os blocos de acordo com o sexo do animal. O delineamento utilizado para os dados dos parâmetros ruminais foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as dietas e nas sub-parcelas os tempos de coleta (0, 2, 5 e 8h pós-prandial) com quatro repetições. Foi utilizado como volumoso o feno do capim tifton-85. As rações foram fornecidas diariamente em duas refeições, coletando-se no dia seguinte as sobras, fezes e a urina, apenas no último dia. O período experimental teve duração de 22 dias, sendo 21 dias para o ensaio de digestibilidade e no 22º dia fez-se a coleta de sangue e líquido ruminal. Na avaliação do consumo e digestibilidade in vivo não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$) para o consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), extrato etéreo (CEE), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), hemicelulose (CHEM), celulose (CCEL), carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) em g/dia, %PV, e $g/kg^{0,75}$. Quanto ao efeito de sexo, houve maior consumo de matéria seca dos machos em relação às fêmeas quando o consumo foi expresso em g/dia e $g/kg^{0,75}$. Maiores consumos de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) para os machos em relação às fêmeas ($P < 0,05$) foram observados quando expressos em g/dia com médias de 385,28 e 333,22 g de FDN, 176,54 e 153,07 g de FDA, 208,74 e 180,15 g de HEM, e 149,33 e 128,53 g de CEL para machos e fêmeas respectivamente. Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) dos métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona na DMS, DMO, DPB, DFDA, DCEL, DCT e DCNF com médias de 67,13%, 68,23%, 66,94%, 46,78%, 61,20%, 68,36% e 82,84% respectivamente. A digestibilidade do extrato etéreo (DEE) foi superior na dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico (CC) quando comparada àquela tratada com fosfato monobicálcico (FOS). A digestibilidade da FDN foi superior ($P < 0,05$) na dieta que recebeu torta de mamona não tratada (NT) em relação à dieta CC. Já para a digestibilidade da HEM os tratamentos NT e aquele que recebeu torta de mamona tratada com uréia (UR) foram superiores ao tratamento CC. Não foi verificado efeito dos métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona sobre o consumo de energia bruta (CEB), energia digestível (CED), energia metabolizável (CEM), balanço energético (BE), nutrientes digestíveis totais (NDT), consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e digestibilidade da energia bruta (DEB) com médias de 348,06 $g/kg^{0,75}$, 215,12 $g/kg^{0,75}$, 202,43 $g/kg^{0,75}$, 1,97 Mcal/dia, 66,76%, 541,45 g/dia e 64,75%, respectivamente. Os machos apresentaram maiores valores ($P < 0,05$) de CED, CEM e BE que as fêmeas. O balanço de nitrogênio foi superior para o tratamento que recebeu torta de mamona autoclavada (ACL)

com média de 7,72 em relação aos tratamentos UR (6,06) e FOS (5,76). A relação nitrogênio retido/nitrogênio consumido foi superior para os tratamentos ACL (46,12%) e CC (44,43%) em relação ao tratamento FOS (35,18%). Os balanços energético e nitrogenado foram positivos para todos os tratamentos. Na avaliação dos parâmetros ruminais, o pH variou de 6,43 a 6,92. O tratamento FOS apresentou valores de pH maiores que os tratamentos NT e CC. A alimentação promoveu redução nos valores de pH. As concentrações de N-NH₃ foram influenciadas pelos tempos de coletas, após o fornecimento das rações. Entre os tempos de coleta, o tempo duas horas pós-prandial foi superior aos demais tempos. Entre os tratamentos, observa-se que CC e UR apresentaram maiores valores de N-NH₃ que NT e os tratamentos FOS e ACL obtiveram valores intermediários. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os valores médios de uréia e creatinina plasmática entre os cinco tratamentos, sendo que as concentrações séricas de uréia variaram de 26,08 a 42,45 mg/dL e as de creatinina variaram de 0,63 a 0,73 mg/dL. Não houve influência dos tratamentos sobre as hemácias, hemoglobina, hematócrito, volume globular médio (VCM), concentração de hemoglobina globular média (CHCM), segmentados, linfócitos e leucócitos, cujos valores médios encontrados foram de 7,72 x10⁶/μl, 10,33 g/dl, 30,65 %, 39,63 μm³, 33,66 %, 44,20 %, 3635,0 /μl, e 7370,0 /μl, respectivamente. Os valores de Eosinófilos apresentaram superioridade para a dieta FOS (3,50%) em relação à dieta CC (0,50%). Houve diferença ($P < 0,05$) para os valores de monócitos entre os tratamentos, com a dieta que recebeu torta de mamona tratada com uréia (UR) apresentando superioridade em relação aos demais. Houve efeito de sexo ($P < 0,05$) apenas para a variável Neutrófilos Segmentados com valores médios de 49,30 e 39,10 para machos e fêmeas, respectivamente. A torta de mamona não tratada do ponto de vista nutricional pode ser utilizada nas dietas de ovinos como alimento protéico alternativo participando em até 8% da ração total, sem ocasionar grandes reduções no consumo e digestibilidade, apresentando ainda valores de perfil hematológico dentro da faixa considerada normal para a espécie ovina.

Palavras-chave: digestibilidade, perfil hematológico, ricina, *ricinus communis*

NUTRITIONAL VALUE OF TOTAL RATIONS CONTAINING CASTOR CAKE SUBJECTED TO ALTERNATIVE METHODS OF DESTOXICAÇÃO FOR SHEEP

Author: Rafael Nogueira Furtado

Adviser: Profa. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effect of alternative methods of detoxification of castor cake on intake, digestibility, ruminal parameters and blood in sheep. We used 20 sheep, 10 males and 10 females all crossbred ($\frac{1}{2}$ Morada Nova var. Red x $\frac{1}{2}$ without defined breed), with average weight around 17 ± 1.02 kg and mean age of 7 months. For the digestibility data and blood parameters were used a randomized complete block design with four replications, being blocks according to the sex of the animal. The design used for data ruminal parameters was randomized blocks in split plots, having in the parcels the diets and in the sub-parcels the harvest times (0, 2, 5 and 8 hours postprandial) with four replications. Were the roughage used grass hay Tifton-85. Diets were fed in two meals daily, collecting in the day after, the remains, faeces and urine. The experimental period lasted 22 days being 21 days for the digestibility trial and 22 th day made to collect blood and rumen fluid. In the assessment of intake and digestibility in vivo was not different ($P > 0.05$) for dry matter intake (DM), organic matter (OM), ether extract (EE), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (HEM), cellulose (CEL), total carbohydrates (TC) and non-fiber carbohydrates (CNF) (in g/day, %LW, $g/kg^{0.75}$). Regarding the effect of sex, there was a higher dry matter intake of males compared to females when intake was expressed in g/day and $g/kg^{0.75}$. Higher intakes of NDF, ADF, HEM and CEL for males over females ($P < 0.05$) were observed when expressed as g/day with averages of 385.28 and 333.22 g NDF, 176.54 and 153.07 g of FDA, 208.74 and 180.15 g of HEM, and 149.33 and 128.53 g of CEL for males and females respectively. There was no effect ($P > 0.05$) of the alternative methods of detoxification of castor cake in DMD, OMD, CPD, ADFD, CELD, TCD and NFCD with averages of 67.13%, 68.23%, 66.94 %, 46.78%, 61.20%, 68.36% and 82.84% respectively. The digestibility of EE was higher in diet containing castor bean cake treated with limestone (CC) than for treated with phosphate monocalcium (FOS). The digestibility of NDF was higher ($P < 0.05$) for the diet that received castor bean cake non untreated (NT) in relation to diet CC. As for the digestibility of the HEM the treatments NT and UR were superior to treatment CC. There was no effect of alternative methods of detoxification of castor bean meal on intake of gross energy (GEI), digestible energy intake (DEI), metabolizable energy (MEI), energy balance (EB), total digestible nutrients (TDN), consumption of total digestible nutrients (CTDN) and digestibility of gross energy (GED) with averages of 348.06 $g/kg^{0.75}$, 215.12 $g/kg^{0.75}$, 202.43 $g/kg^{0.75}$, 1.97 Mcal/day, 66.76% 541.45 g/day and 64.75% respectively. Males had higher values ($P < 0.05$) of DEI, MEI and EB than females. Nitrogen balance was higher for the treatment it received castor bean cake autoclaved (ACL) with a mean of 7.72 compared to treatments UR (6.06) and FOS (5.76). The relationship nitrogen retained/nitrogen intake was higher in ACL treatments (46.12%) and CC (44.43%) compared to the FOS treatment (35.18%). The energy and nitrogen balances were positive for all treatments. In assessing ruminal parameters, the pH ranged from 6.43 to 6.92. Treatment FOS had pH values higher than the treatments NT and CC. The Feeding caused a reduction in pH. The concentrations of $N-NH_3$ were influenced by time of collection, after the

supply of rations. Among the collection time, the time two hours postprandial was higher than the other times. Among the treatments, it is observed that CC and UR showed higher values of NH₃-N and that NT and the treatments ACL and FOS had intermediate values. There was no significant difference ($P > 0.05$) between mean values of urea and serum creatinine among the five treatments, being that values serum concentrations of urea ranged from 26.08 to 42.45 mg / dL and creatinine ranged from 0.63 to 0.73 mg / dL. There was no influence of treatments on the red blood cells, hemoglobin, hematocrit, packed cell volume (MCV), hemoglobin concentration globular (MCHC), neutrophils, lymphocytes and leukocytes. With average values of $7.72 \times 10^6/\mu\text{l}$, 10.33 g/dl, 30.65% $39.63 \mu\text{m}^3$, 33.66% 44.20%, 3635.0 / μl , and 7370.0 /ul, respectively. The values of Eosinophils presented superior for the FOS diet (3.50%) compared with the CC diet (0.50%). There were differences ($P < 0.05$) for the values of monocytes among the treatments, with the UR treatment presenting superiority over the others. The effect of the sex was Significant ($P < 0.05$) for the variable segmented neutrophils with average values of 49.30 and 39.10 for males and females, respectively. The castor cake not treated in the nutritional point of view can be used in the diets of sheep as an alternative protein source participating in up to 8% of the total ration, without causing large reductions in consumption and digestibility, introducing yet values of hematological profile within the range considered normal for the sheep.

Keywords: digestibility, hematologic profile, ricin, *ricinus communis*

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Gel de poliacrilamida (SDS-PAGE) para avaliação da eficácia dos tratamentos de destoxificação da torta de mamona no desaparecimento das duas sub-unidades de ricina (A com 35 KDa e B com 29 KDa)..... 35
- Figura 2. Concentração de nitrogênio amoniacal em função do tempo de coleta do líquido ruminal..... 66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição químico-bromatológica da torta de mamona.....	23
Tabela 2.	Proporção dos ingredientes das rações totais experimentais, em porcentagem na matéria seca.....	36
Tabela 3.	Composição químico-bromatológica dos ingredientes expressa na base de matéria seca.....	40
Tabela 4.	Composição química das rações experimentais expressa na base de matéria seca.....	41
Tabela 5.	Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB) e extrato etéreo (CEE) em gramas por animal ao dia (g/dia), porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) de ovinos mestiços da raça Morada Nova alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação.....	42
Tabela 6.	Consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), hemicelulose (CHEM), celulose (CCEL), carboidratos totais (CCT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) em gramas por animal ao dia (g/dia), porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) de ovinos mestiços da raça Morada Nova alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação.....	46
Tabela 7.	Digestibilidade in vivo da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), hemicelulose (DHEM), celulose (DCEL), carboidratos totais (DCT) e carboidratos não fibrosos (DCNF) em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação.....	49
Tabela 8.	Médias de consumo de energia bruta (CEB), energia digestível (CED), energia metabolizável (CEM), balanço energético (BEN), nutrientes digestíveis totais (NDT), consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e digestibilidade in vivo da energia bruta (DEB) das dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação fornecidas a ovinos.....	50
Tabela 9.	Balanço de nitrogênio (BN) em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação.....	51
Tabela 10.	Valores de pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação em vários horários pós-prandial.....	64

Tabela 11.	Valores de N-NH ₃ do líquido ruminal de ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação em vários horários pós-prandial.....	65
Tabela 12.	Concentração de uréia e creatinina (mg/dL) no soro de ovinos consumindo dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação.....	67
Tabela 13.	Eritrograma em ovinos consumindo dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação.....	68
Tabela 14.	Leucograma em ovinos consumindo dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação.....	69

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xiv
INTRODUÇÃO	18
CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA	19
A cultura da mamona	19
Princípios tóxicos e alergênicos	20
Ricina	21
Ricinina	21
Complexo alergênico	22
Torta de mamona	23
Referências Bibliográficas	25
CAPÍTULO 2 - CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES, BALANÇO ENERGÉTICO E NITROGENADO EM OVINOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO TORTA DE MAMONA SUBMETIDA A MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESTOXIFICAÇÃO	29
RESUMO	30
ABSTRACT	31
Introdução	32
Material e Métodos	33
Resultados e Discussão	41
Conclusão	52
Referências Bibliográficas	53
CAPÍTULO 3 - PARÂMETROS RUMINAIS E SANGUÍNEOS EM OVINOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO TORTA DE MAMONA SUBMETIDA A MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESTOXIFICAÇÃO	58
INTRODUÇÃO	59
ABSTRACT	60
Introdução	61
Material e Métodos	62
Resultados e Discussão	64

Conclusões	71
Referências Bibliográficas	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
ANEXOS	77

INTRODUÇÃO

A ovinocultura está difundida em todo o mundo, sendo uma das principais atividades econômicas em vários países, dentre os quais se destacam a Austrália e Nova Zelândia. No Brasil, a demanda por carne ovina também cresceu significativamente nos últimos anos, principalmente nos grandes centros urbanos.

Na região Nordeste onde a criação de ovinos é tradicional, há geralmente oferta de carne de animais mais velhos, resultantes de sistemas de criação pouco eficientes. Entretanto, atualmente o consumidor das grandes cidades tem dado preferência a carcaças de cordeiros jovens, somando-se a isso o fato da oferta nacional não atender o mercado interno, faz com que aproximadamente 50% da carne ovina consumida, oficialmente no Brasil, sejam importadas do Uruguai, Argentina e Nova Zelândia (SIMPLÍCIO, 2001). Estes dados nos permitem vislumbrar que existe um vasto mercado a ser conquistado, o que dependerá fundamentalmente da organização e gestão da cadeia produtiva.

Este cenário de aumento da demanda por carne ovina impulsiona o aumento da produção de cordeiros para abate, gerando a necessidade de melhoria na eficiência produtiva dos rebanhos de ovinos de corte (SUSIN, 2002) que antes se baseava no sistema de criação extensivo que apesar de representar a forma menos onerosa de alimentação de rebanhos, apresenta índices produtivos aquém de uma atividade que precisa ser competitiva. Dentro desta perspectiva, o confinamento é opção para a redução da idade de abate dos animais, melhorando a qualidade das carcaças e aumentando a oferta de carne na entressafra, possibilitando uma melhor distribuição da produção ao longo do ano.

No confinamento, todavia, a alimentação representa a maior parcela do custo de produção devido ao alto preço dos concentrados tradicionais. Torna-se necessário avaliar a possibilidade de substituir alimentos concentrados tradicionais por alimentos alternativos de menor custo, de boa qualidade nutricional e que mantenham um patamar elevado de produção dos rebanhos, evitando assim prejuízos econômicos e ambientais, reduzindo o desperdício de nutrientes e minimizando a deposição de resíduos no ambiente.

A busca de conhecimento científico que possibilite a substituição de alimentos convencionais por subprodutos agroindustriais de menor custo tem direcionado as pesquisas no sentido de se utilizar esses alimentos alternativos, adotando estratégias de alimentação, considerando o sistema de produção, que favoreçam o consumo, a digestibilidade dos nutrientes disponíveis na dieta e os parâmetros metabólicos. Para tanto, é necessário o conhecimento da composição bromatológica e da eficiência de utilização destes alimentos.

Dentre os subprodutos agroindustriais, destaque especial tem sido dado nos últimos anos aos provenientes da extração do óleo de sementes de mamona (torta, farelo e casca), isso porque, o governo brasileiro vem promovendo algumas ações estimulando o cultivo da mamona no Nordeste, pois considera essa cultura como ideal para liderar a produção de óleo para fabricação de biodiesel na região.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona no seu valor nutricional por meio de sua caracterização bromatológica, mensuração do consumo, da digestibilidade, do balanço de nitrogênio, do balanço energético e dos parâmetros ruminais e sanguíneos em ovinos.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA

A cultura da mamona

Também conhecida como carrapateira, palma-de-cristo e enxerida, a mamoneira (*Ricinus communis* L.) é um arbusto pertencente à família Euforbiaceae, bastante complexo no que tange à morfologia, biologia floral e fisiologia, apresentando metabolismo fotossintético (C₃), pouco eficiente, com elevada taxa de fotorrespiração, porte muito variado, de 0,8 m a mais de 7,0 m de altura, sistema caulinar pivotante com raízes fistulosas (AZEVEDO et al., 1997).

Quanto a sua origem existe grande controvérsia. Enquanto alguns estudiosos afirmam que a mamona é originária da Ásia, outros defendem a linha de que a planta teve sua origem na África Intertropical. A facilidade de propagação e de adaptação em diferentes condições climáticas propiciou à mamona ser encontrada ou cultivada nas mais variadas regiões do mundo, como no norte dos Estados Unidos e na Escócia (KOURI et al., 2004). Sua introdução no Brasil se fez, logo após o descobrimento, o que explica sua pronta difusão e os nomes indígenas que lhe foram atribuídos. Esta planta apresenta grande potencial para ser cultivada em amplas áreas do território brasileiro, em razão de apresentar expressiva tolerância à seca, exigente em calor e luminosidade (necessita de pelo menos 12 horas de sol por dia) e se adaptar perfeitamente ao clima semiárido (CARTAXO et al., 2004).

Nas décadas de 70 e 80 o Brasil foi um dos maiores produtores de mamona do mundo, chegando a colocar no mercado interno e externo anualmente cerca de 200 mil toneladas, com produtividade variando de 800 a 1200 kg/ha de bagas, que representava mais de 60% do total mundial. A diminuição da produção brasileira ocorreu devido a uma série de

fatores estruturais e conjunturais, internos e externos, que levaram à redução significativa na área plantada e no volume da produção (BELTRÃO et al., 2003), razão pela qual, o Brasil atualmente, ocupa a terceira posição na produção mundial de mamona, atrás da Índia e da China. No cenário nacional, a produção de sementes na safra 2008/2009 foi de 130.900 toneladas, sendo que o estado da Bahia produziu 102.800 toneladas (CONAB, 2009), o que corresponde a 78,5% da produção nacional, seguido do Ceará, com uma contribuição de 12,5% da produção nacional.

A região Nordeste sempre foi a principal região produtora de mamona no Brasil e apesar de participar com mais de 90% da produção nacional, a região apresenta uma produtividade média de 777 kg/ha, muito inferior àquela alcançada por outras regiões com menor tradição no cultivo da mamona como a região sudeste, por exemplo, que atingiu produtividade média de 1.405 kg/ha na safra 2008/2009 (CONAB, 2009).

Apesar de ser o grande destaque nacional na produção de mamona, o Nordeste apresenta alguns entraves organizacionais e de mercado que ainda precisam ser superados, tais como: a desorganização e inadequação dos sistemas de produção vigentes, devido à reduzida oferta de sementes de cultivares melhoradas geneticamente; utilização de sementes impróprias para o plantio por parte dos produtores (de baixo rendimento, baixa qualidade e de alta susceptibilidade a doenças e pragas); utilização de práticas culturais inadequadas (como espaçamento, época de plantio e consorciação); desorganização do mercado interno tanto para o produtor como para o consumidor final; baixos preços pagos ao produtor agrícola; reduzida oferta de crédito e de assistência técnica ao produtor agrícola; e utilização da mesma área para sucessivos plantios da cultura (KOURI et al., 2004).

Princípios tóxicos e alergênicos

O processo de extração do óleo de mamona gera subprodutos, compostos principalmente pela torta, farelo e casca, que, com a expansão da cadeia produtiva do biodiesel, necessitarão de uma destinação que não resulte em poluição ambiental e possa trazer retorno econômico (GOMES, 2007). O aproveitamento e a agregação de valor aos subprodutos são fundamentais para a viabilidade financeira dos sistemas de produção de mamona e das indústrias de biodiesel, podendo ainda gerar melhor remuneração aos integrantes da cadeia produtiva. Tradicionalmente os subprodutos da extração do óleo de mamona vêm sendo utilizados como fertilizantes orgânicos, mas a utilização destes na

alimentação animal poderá agregar maior valor a esta atividade. No entanto, este uso tem sido limitado, até o presente momento, devido à presença de elementos tóxicos e alergênicos (ricina, ricinina e complexo alergênico) em sua composição e à escassez de tecnologia viável em nível industrial para seu processamento. Teixeira (1992) destaca que determinar a presença de compostos tóxicos é um parâmetro importante de auxílio na avaliação da qualidade nutricional de subprodutos, pois em altas concentrações, podem tornar esse material indisponível para uso.

Ricina

A ricina é uma proteína encontrada exclusivamente no endosperma das sementes de mamona, não sendo detectada em nenhuma outra parte da planta. A concentração dessa proteína na semente pode variar entre diferentes genótipos, tendo sido detectados teores de 1,5 a 9,7 mg/g de semente em 18 acessos de um banco de germoplasma dos Estados Unidos (PINKERTON et al., 1999).

Atualmente já se conhece o mecanismo de toxidez da ricina, que está presente em abundância nas sementes da mamoneira e que esta toxina faz parte de uma ampla família de enzimas conhecidas como Proteínas Inibidoras de Ribossomos (RIP). As RIP são capazes de inativar enzimaticamente ribossomos por depuração de uma invariante adenina do 28s rRNA, ou seja, há quebra da ligação glicosídica entre a adenina e a ribose levando à perda desta base, tornando impossível a síntese protéica, o que leva à morte celular (LIMA, 2007).

Em organismos procarióticos, a ricina nas formas intacta ou com as sub-unidades isoladas não apresentou efeitos tóxicos, mas polipeptídios ativos obtidos da hidrólise da ricina por tripsina foram capazes de inibir a síntese protéica e o crescimento microbiano de *Escherichia coli* (HAAS-KOHN, 1980).

O óleo de mamona não possui ricina, pois toda a proteína da semente permanece na torta após o processo de extração, até mesmo porque essa proteína é insolúvel em óleo (SEVERINO, 2005).

Ricinina

A ricinina é um alcalóide encontrado em todas as partes da planta, podendo ser detectado desde as fases iniciais de desenvolvimento. O teor desse alcalóide varia em função dos componentes da planta, sendo que a contribuição da ricinina à toxidez da torta é muito

pequena por apresentar baixa atividade tóxica e estar presente em baixa concentração (CARVALHO, 1978). O teor de ricinina no endosperma da semente é de apenas 0,03% com base em matéria seca e nas folhas onde seu teor é maior, pode atingir até 1,3% na matéria seca.

Entretanto o teor do alcalóide na semente é influenciado tanto por características genéticas como por estresses ambientais e se correlaciona negativamente com o teor de ricina nas sementes (SEVERINO, 2005). Assim, em razão da baixa atividade tóxica associada à pequena concentração nas sementes, a ricinina não é considerada fator limitante para o uso de farelo ou torta de mamona na alimentação animal (ANANDAN et al., 2005).

Complexo alergênico

Os alérgenos vegetais em geral são proteínas que atuam na defesa da planta aos estresses bióticos e abióticos. A fração alergênica CB-1A (Castor Bean Allergen) é formada por um complexo de proteínas e polissacarídeos e está presente na semente, pólen e partes vegetativas da planta. Representando cerca de 12,5% do peso da torta, é um composto protéico não tóxico, termicamente estável, porém com ação alergênica (BANDEIRA et al., 2004). É formado por cerca de 20 isoformas de proteínas com massa molecular entre 10 e 14 kDa pertencentes à classe das albuminas 2S (MACHADO et al. 2003). Estas são proteínas heterodiméricas de massa molecular de 10.000 a 18.000 Da e altos teores de arginina, serina e glutamina (MACHADO; SILVA, 1992). As albuminas 2S são resistentes à desnaturação térmica e química, e geralmente são compostas de duas cadeias polipeptídicas diferentes ligadas por duas pontes dissulfeto. Elas ainda apresentam duas ligações intracadeias, o que as tornam proteínas muito estáveis e compactas, porém, para o uso da torta de mamona como alimento animal, o CB-1A não representa grande entrave, pois sua alergenicidade só é danosa quando ele é injetado ou absorvido pela respiração o que só acontece se houver exposição a grandes quantidades do produto em ambiente pouco ventilado (BANDEIRA et al., 2004). Além disso, a alergenicidade não é tão grave quanto à toxidez, pois dificilmente causa morte de animais ou seres humanos, porém a sua eliminação é bem mais difícil que a inativação da ricina (OLIVEIRA, 2009).

Torta de mamona

O atual crescimento da produção de mamona no Brasil e a expectativa de plantio de grandes áreas objetivando a produção de biocombustíveis vem despertando novamente atenção sobre o uso da torta de mamona. A torta de mamona é um subproduto da extração do óleo das sementes da mamoneira (*Ricinus communis*). Trata-se de produto com elevado teor de proteínas que é produzido na proporção aproximada de 1,2 toneladas para cada tonelada de óleo extraída (AZEVEDO; LIMA, 2001), valor que pode variar influenciado por características da semente.

A extração do óleo das sementes de mamona pode ocorrer por duas formas: processo mecânico e químico. O produto resultante da extração mecânica é denominado de torta e da extração química farelo. O farelo apresenta menor teor de óleo e conseqüentemente maior teor de proteína que a torta por ter um processo mais eficiente de extração do óleo (NUNES, 1991).

O principal uso da torta residual da extração do óleo de mamona é como adubo orgânico, sendo um excelente fertilizante. As indústrias processadoras da semente preferem comercializar a torta somente como fertilizante orgânico do solo, devido ao alto custo com os processos de destoxificação (SEVERINO, 2005). No entanto, pelo alto valor nutricional (Tabela 1), a torta de mamona possui bom potencial para ser utilizada na alimentação animal, por isso, processos de inativação da toxidez estão sendo desenvolvidos para torná-la apropriada ao uso em rações animais.

Tabela 1- Composição químico-bromatológica da torta de mamona

Nutriente	Autores		
	Oliveira (2008)	Evangelista et al. (2004)	Pompeu (2009)
Matéria seca	88,09%	-	90,61
Proteína bruta	37,32%	42,04%	30,19
Extrato etéreo	3,14%	3,77%	6,10
FDN	55,80%	58,34%	47,99
FDA	41,12%	41,54%	40,23
Cálcio	0,78%	-	-
Fósforo	0,68%	-	-
Cinzas	8,82%	7,66%	6,08

A composição químico-bromatológica da torta de mamona apresenta variações consideráveis, dependendo da origem, da incorporação de outros subprodutos, como por exemplo, da inclusão de cascas em relação às sementes e também se deve considerar o efeito do processo de destoxificação da torta de mamona sobre a composição químico-bromatológica do produto final.

A transformação da torta de mamona em um produto atóxico que possa ser usado na alimentação animal vem despertando a atenção de diversos pesquisadores no mundo, tendo-se obtido alguns resultados satisfatórios (GARDNER et al., 1960), embora alguns passos tecnológicos ainda necessitem ser desenvolvido para que esse processo resulte em produto economicamente viável (SEVERINO, 2005).

A literatura apresenta vários processos físicos e químicos que demonstram a possibilidade de destoxificar a torta de mamona, entretanto com resultados pouco conclusivos. Gardner et al. (1960) testaram diversos processos para destoxificação da torta de mamona combinando diferentes temperaturas, adição de produtos alcalinos, amonização, inclusive autoclavagem, tratamentos ácidos, uréia, permanganato de potássio e fermentação aeróbia. Concluíram que é possível eliminar o princípio tóxico da torta. Entretanto, nesse estudo não consideraram a viabilidade industrial nem econômica desses processos.

Segundo Perrone et al. (1966) na década de 60, a “Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A. – SANBRA” patenteou um processo de destoxificação da torta de mamona denominada Lex Protéico. A partir daí, iniciou-se uma série de pesquisas utilizando esse produto na destoxificação da torta de mamona objetivando utiliza-la na alimentação animal. Com esse processo, obtiveram-se resultados satisfatórios com a eliminação da toxidez, embora Perrone et al. (1966) tenham detectado a presença de alérgenos. Por ser protegido por patente, o processo de destoxificação da torta de mamona através do Lex Protéico nunca foi divulgado, também não há relatos na literatura justificando o fato do Lex Protéico não ter sido mais utilizado.

Os maiores entraves à agregação da torta de mamona na alimentação animal são: a inexistência de processos industriais de custo aceitável, viabilidade operacional e comprovada eficácia de destoxificação (SEVERINO, 2005).

Anandan et al. (2005) trabalhando com diferentes tratamentos químicos e físicos para destoxificação da ricina na torta de mamona, obtiveram resultados de 100% de eliminação desta com os tratamentos de autoclavagem a 15 psi por 60 minutos e outro com uma solução (3 g/mL) de hidróxido de cálcio misturado à torta de mamona na proporção de 40

g/kg de torta de mamona. Os resultados de 100% de destoxificação foram confirmados pelo estudo da eletroforese em gel de poliacrilamida, onde as bandas correspondentes à ricina não estavam visíveis, implicando completa destruição. É interessante notar neste trabalho que os procedimentos de destoxificação com hidróxido de cálcio são operacionalmente simples e potencialmente viáveis economicamente.

Com as pesquisas ao longo dos anos chegou-se à conclusão de que é possível eliminar o princípio tóxico da torta de mamona, mas que a maioria dos estudos não considera a viabilidade industrial nem econômica desses processos e tampouco se avaliam as características nutricionais do produto obtido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 350 p. il.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. et al. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997, 52p.

BANDEIRA, D. S.; CARTAXO, W. V.; SEVERINO, L. S. et al. Resíduo industrial da mamona como fonte alternativa na alimentação animal. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, 1., 2004, Campina Grande, **Anais...** Campina Grande: CBM, 2004.

BELTRÃO, N. E. M.; MELO, F. B.; CARDOSO, G. D. et al. **Mamona: Árvore do Conhecimento e Sistemas de Produção para o Semi-árido Brasileiro**. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2003, 19p. (Circular Técnica, 70).

CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, O. R. R. F. et al. **Cultivo da mamona no semi-árido brasileiro**. Campina Grande,. Embrapa Algodão. (Circular Técnica, 77).

CARVALHO, M.E.A. **Estudos para a obtenção de concentrados de proteínas da mamona desintoxicados e desalerginizados.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1978, 78p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1978.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira.** Acessado em 12-05- 2009. Disponível em www.conab.gov.br.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; PERON, A.J. et al. Avaliação da composição química de tortas de mamona e amendoim obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande, **Anais...** Campina Grande: CBM, 2004.

GARDNER JR.; H.K.; D'AQUIN, E.L.; KOULTUN, S.P. et al. Detoxification and deallergenization of Castor Beans. **The Journal of the American Oil Chemists Society.** v.37, p.142-148, 1960.

GOMES, F.H.T. **Composição químico-bromatológica e degradação in situ de nutrientes coprodutos da mamona e do pinhão-manso da cadeia produtiva do biodiesel.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2007, 50p. Monografia (graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

HAAS-KOHN, L. J. G.; LUGNIER, A. A. J.; TIBONI, O. et al. Inhibition of *Escherichia coli* protein synthesis by a limited tryptic digest of ricin, the toxin of *Ricinus communis* L. seeds. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.97, n.3, p. 962-967, 1980.

KOURI, J; SANTOS, R.F.; SANTOS, J.W. Evolução da cultura da mamona no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande, **Anais...** Campina Grande: CBM, 2004.

LIMA, E. P. Estudo da estrutura e função da ricina e de tecnologia para o uso da torta de mamona como alimento animal. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA

REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: CONNEPI, 2007.

MACHADO, O. L. T.; SILVA, J. G.; An allergenic 2S storage protein from *Ricinus communis* seeds which is part of the albumin precursor predict by c-DNA data. **Brazilian Journal of Medical and Biological research**, v.25, p.567-582, 1992.

MACHADO, O. L. T.; MARCONDES, J. A.; SOUZA-SILVA, F.; et al. Characterization of allergenic 2S albumin isoforms form *Ricinus communis* seeds. **Allergologie**, v. 26, p. 45- 51, 2003.

NUNES, I. J. Alimentos usados em nutrição animal. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, UFMG, Belo Horizonte, v.5, p.27-46, 1991.

OLIVEIRA, A. S. **Co-produtos da extração de óleo de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 183p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

OLIVEIRA, N. D. **Desenvolvimento de uma tecnologia para desativar epitopos alergênicos de albuminas 2s presentes em torta de mamona (*ricinus communis* L.)**. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2009. 87p. Dissertação (Mestrado em Biociências e Biotecnologia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2009.

PERRONE, J. C.; IACHAN, A.; DOMONT, G. B. et al. **Contribuição ao estudo da torta de mamona**. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1966. 51p.

PINKERTON, S. D.; ROLFE, R.; AULD, D. L. et al. Selection of castor for divergent concentrations of ricin and *Ricinus Communis* Agglutinin. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 2, p. 353-357, 1999.

POMPEU, R. C. F. F. **Substituição do farelo de soja pela torta de mamona destoxificada em dietas para ovinos: valor nutritivo e desempenho bioeconômico**. Fortaleza:

Universidade Federal do Ceará, 2009. 101p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SUSIN, I. Produção de cordeiros (as) para abate e reposição. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 2., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. 216p.

SIMPLÍCIO, A. A. A caprino-ovinocultura na visão do agronegócio. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v. 7, n. 24, p.15-18, 2001.

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

TEIXEIRA, J.C. Nutrição de ruminantes. Lavras, MG: FAEPE, 1992. 239p.

CAPÍTULO 2

CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES, BALANÇO ENERGÉTICO E NITROGENADO EM OVINOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO TORTA DE MAMONA SUBMETIDA A MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESTOXIFICAÇÃO

RESUMO

FURTADO, R. N. **Consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço energético e nitrogenado em ovinos alimentados com rações contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação.** Fortaleza:UFC, 2010. 83f. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Brasil.

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência de métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona sobre os consumos (g/dia, %PV e g/UTM) e digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemiceluloses (HEM), celulose (CEL) carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) de dietas experimentais isoenergéticas e isoprotéicas. Avaliou-se ainda o balanço nitrogenado das referidas dietas. Foram utilizados 20 ovinos mestiços de Morada Nova em delineamento em blocos inteiramente casualizados com quatro repetições. Os consumos de MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, HEM, CEL, CT e CNF não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona. O consumo de matéria seca (CMS) médio obtido foi 812,55 g/dia, 4,33 %PV e 90,07g/kg^{0,75}. Os machos apresentaram maiores CMS que as fêmeas quando o consumo foi expresso em g/dia ($P \leq 0,0610$) e g/kg^{0,75} ($P \leq 0,0650$). Maiores consumos de FDN, FDA, HEM e CEL para os machos em relação as fêmeas ($P < 0,05$) foram observados quando expressos em g/dia com médias de 385,28 e 333,22 g de FDN, 176,54 e 153,07 g de FDA, 208,74 e 180,15 g de HEM, e 149,33 e 128,53 g de CEL para machos e fêmeas respectivamente. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona sobre a DMS, DMO, DPB, DFDA, DCEL, DCT e DCNF. A digestibilidade do EE foi superior na dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico (CC) quando comparada àquela tratada com fosfato monobicálcico (FOS). O coeficiente de digestibilidade da FDN foi superior ($P < 0,05$) na dieta que recebeu torta de mamona não tratada (NT) em relação à dieta CC. Já para a digestibilidade da HEM os tratamentos NT e tratamento com uréia (UR) foram superiores ao tratamento CC. Não houve efeito de sexo ($P > 0,05$) para a digestibilidade dos nutrientes. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre tratamentos para o consumo de energia bruta (CEB), energia digestível (CED), energia metabolizável (CEM), balanço energético (BE), nutrientes digestíveis totais (NDT), consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e digestibilidade da energia bruta (DEB). Os machos apresentaram maiores valores ($P < 0,05$) de CED, CEM e BE que as fêmeas. O balanço de nitrogênio foi superior para o tratamento que recebeu torta de mamona autoclavada (ACL) com média de 7,72 em relação aos tratamentos UR (6,06) e FOS (5,76). A relação nitrogênio retido/nitrogênio consumido foi superior para os tratamentos ACL (46,12%) e CC (44,43%) em relação ao tratamento FOS (35,18%). Os balanços energético e nitrogenado foram positivos para todos os tratamentos. Conclui-se que, a torta de mamona não tratada não possui restrições quanto à utilização na nutrição de ruminantes. Os machos apresentam consumos de matéria seca e das frações fibrosas superiores em relação às fêmeas em termos absolutos.

Palavras-chave: fonte alternativa de proteína, nutrição, ricina, *ricinus communis*, subproduto do biodiesel

ABSTRACT

FURTADO, R. N. **Intake, digestibility of nutrients, energy and nitrogen balance in sheep fed with rations containing castor cake subjected to alternative methods of detoxification.** Fortaleza:UFC, 2010. 83f. (Dissertation, Master in Animal Science) – Federal University of Ceara, Brazil.

This study was conducted to evaluate the influence of alternative methods of detoxification of castor cake on intake (g/day, %LW e g/kg^{0,75}) and digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (HEM), cellulose (CEL) total carbohydrates (TC) and non-fiber carbohydrates (NFC) of experimental diets isocaloric and isonitrogenous. It was also evaluated nitrogen balance of these diets. We used 20 crossbred sheep of Morada Nova in randomized complete block design with four replications. Intakes of DM, OM, CP, EE, NDF, ADF, HEM, CEL, TC and NFC were not influenced by alternative methods of detoxification of castor cake. The dry matter intake (DMI) average obtained was 812.55 g/day, 4.33 %LW and 90.07 g/kg^{0,75}. The males had higher DMI than females when intake was expressed in g/day ($P \leq 0.0610$) and g/kg^{0,75} ($P \leq 0.0650$). Higher intakes of NDF, ADF, HEM and CEL for males over females ($P < 0.05$) were observed when expressed as g/day with averages of 385.28 and 333.22 g NDF, 176.54 and 153.07 g of FDA, 208.74 and 180.15 g of HEM, and 149.33 and 128.53 g of CEL for males and females respectively. There was no effect ($P > 0.05$) of alternative methods of detoxification of castor cake on DMD, OMD, CPD, ADFD, CELD, TCD and NFCD. The digestibility of EE was higher in diet containing castor cake treated with limestone (CC) than for treated with phosphate monocalcium (FOS). The digestibility of NDF was higher ($P < 0.05$) for the diet that received castor bean cake non untreated (NT) in relation to diet CC. As for the digestibility of the HEM the treatments NT and urea treatment (UR) were superior to treatment CC. There was no sex effect ($P > 0.05$) for digestibility of nutrients. No difference ($P > .05$) between treatments for the gross energy intake (GEI), digestible energy (DEI), metabolizable energy (MEI), energy balance (EB), total digestible nutrients (TDN), nutrient intake total digestible (CNDT) and digestibility of gross energy (GED). Males had higher values ($P < 0.05$) of DEI, MEI and EB than females. Nitrogen balance was higher for the treatment it received castor bean cake autoclaved (ACL) with a mean of 7.72 compared to treatments UR (6.06) and FOS (5.76). The relationship nitrogen retained / nitrogen intake was higher in ACL treatments (46.12%) and CC (44.43%) compared to the FOS treatment (35.18%). The energy and nitrogen balances were positive for all treatments. It was concluded that the castor bean cake untreated not have restrictions on its use in ruminant nutrition. The Males had intakes of dry matter and fibrous fractions greater than females in absolute terms.

Keywords: alternative source of protein, nutrition, ricin, *ricinus communis*, byproduct of biodiesel

INTRODUÇÃO

O atual cenário da matriz energética nacional vislumbra uma participação ascendente do biodiesel na produção de combustíveis. Com isso, surgem oportunidades para a produção de ruminantes através da oferta potencial de farelos ou tortas obtidos após a extração do óleo de sementes de oleaginosas, constituindo os principais subprodutos da cadeia produtiva do biodiesel. Dentre as espécies indicadas para a produção de biodiesel, a mamoneira se destaca no Nordeste do Brasil, apresentando-se como alternativa de grande importância econômica e social pela capacidade de produzir em condições de baixa precipitação pluviométrica, além de apresentar um bom mercado consumidor podendo ser consorciada com outras culturas, constituindo-se em excelente opção para a agricultura familiar nordestina (BELTRÃO et al., 2003).

Apesar do potencial de utilização na alimentação de ruminantes (CÂNDIDO, 2008), a torta de mamona têm sido utilizada preferencialmente como fertilizante orgânico por ser considerada tóxica na alimentação animal, reduzindo sua competitividade em relação aos subprodutos de outras oleaginosas (SEVERINO, 2005).

A toxidez da torta de mamona deve-se a presença de uma proteína extremamente tóxica (ricina), a um alcalóide ligeiramente tóxico (ricinina) e a uma fração alergênica (complexo proteína/polissacarídeo). Segundo Anandan et al. (2005), das três toxinas presentes na mamoneira, a ricina é a mais potente e qualquer tentativa de destoxificação da torta deve abordar principalmente este problema. Ainda continua sendo um grande desafio para pesquisadores da área de nutrição animal, um processo de destoxificação com viabilidade econômica e que seja de fácil manuseio. Embora todos os processos de destoxificação da torta de mamona desenvolvidos por pesquisas ao longo dos anos sejam tecnicamente possíveis, muitos não são economicamente e industrialmente viáveis ou são protegidas por patentes.

Na busca de se avaliar o valor nutricional das dietas diversas variáveis têm sido utilizadas. Além da composição bromatológica dos alimentos, é importante o conhecimento da capacidade de utilização dos nutrientes pelo animal, o que pode ser obtido com estudos de digestibilidade, além do consumo que é um dos principais determinantes do processo produtivo.

O consumo voluntário é função do alimento, do animal e das condições de alimentação. Dentre as características do animal que podem influenciar o consumo destaca-se o peso vivo, estado fisiológico, nível de produção, sexo etc. A densidade energética, teor de nutrientes, necessidade de mastigação e capacidade de enchimento são algumas características do

alimento que exercem efeito direto sobre o consumo. O terceiro fator que exerce efeito sobre o consumo são as condições de alimentação, como: espaço no cocho, disponibilidade de alimento, tempo de acesso ao alimento, frequência de alimentação, entre outros (MERTENS, 1992).

O consumo voluntário pode ser definido como a quantidade de matéria seca ingerida por um animal ou um grupo de animais durante um dado período de tempo com acesso livre ao alimento (FORBES, 1995). Assim, a determinação do consumo é fundamental para se traçar estratégias de manejo nutricional para atendimento das exigências dos animais.

A digestibilidade do alimento representa a capacidade do animal em utilizar, em maior ou menor escala, os nutrientes para manter funções metabólicas e produtivas (SILVA; LEÃO, 1979). Neste aspecto, alimentos de maior digestibilidade podem ser considerados de maior valor nutritivo. Medidas de digestibilidade têm contribuído significativamente com o desenvolvimento e entendimento de sistemas que descrevem o valor nutritivo dos alimentos. Bueno et al. (2007) consideram o consumo e a digestibilidade informações fundamentais para qualquer sistema de avaliação de alimentos.

No intuito de se agregar valor aos subprodutos provenientes da extração do óleo da mamona é necessária a execução de pesquisas nesta área, de modo que se permita integrar as cadeias de agroenergia e pecuária, otimizando a geração de emprego e renda e minimizando os danos ambientais. Neste sentido, estudos que permitam gerar informações sobre a melhor forma de utilização dos subprodutos da mamona na alimentação de ruminantes fazem-se necessários, para garantir a sustentabilidade desta integração.

Diante do exposto, desenvolveu-se este trabalho com objetivo de avaliar o efeito de métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas contendo esse subproduto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará - NEEF/DZ/CCA/UFC, em Fortaleza, Ceará, no período de março a abril de 2009.

Devido aos relatos observados na literatura de toxidez da semente de mamona na alimentação animal, antes do início do experimento, realizou-se um pré-ensaio utilizando quatro ovinos semelhantes aos que seriam utilizados na pesquisa. Estes animais foram

alimentados com ração contendo 67% de torta de mamona em substituição ao farelo de soja (mesma quantidade de torta que foi utilizada na pesquisa posterior) sem conter nenhum tipo de tratamento de destoxificação. Após a verificação da ausência de sintomas visuais de intoxicação nos animais no transcorrer de vinte e oito dias, deu-se início a pesquisa utilizando rações contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação em ovinos.

Foram avaliadas a torta de mamona sem tratamento e tratada com quatro métodos alternativos de destoxificação em substituição ao farelo de soja em rações para borregos, em delineamento em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições (borregos) sendo os blocos de acordo com o sexo do animal (dez machos inteiros no bloco I e dez fêmeas no bloco II), que consistiram de ovinos mestiços de Morada Nova, com peso vivo médio em torno de $19,8 \pm 1,18$ kg e idade média de sete meses.

Para a escolha dos métodos de destoxificação da torta de mamona foi realizado previamente o tratamento de amostras de torta de mamona com vários agentes químicos (cloreto de sódio, cloreto de potássio, fosfato monobicálcico, hidróxido de cálcio, calcário calcítico, uréia, sulfato de amônio) e com autoclave. Em seguida esses materiais foram enviados a EMBRAPA Caprinos e Ovinos para realização da eletroforese destas amostras, permitindo assim a identificação dos métodos que proporcionaram melhor desaparecimento das bandas de sub-unidades de ricina pela eletroforese e a partir disso, identificar os melhores métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona (Figura 1).

Os tratamentos consistiram de quatro métodos distintos de destoxificação, além de mais um tratamento que representou a testemunha, no qual a torta de mamona não recebeu nenhum tipo de tratamento (NT). Dos métodos utilizados, três métodos eram químicos e um método físico, que foram: o uso do calcário calcítico (CC) na proporção de 60 g/kg de torta de mamona, fosfato monobicálcico (FOS) na proporção de 60 g/kg de torta de mamona, uréia (UR) na proporção de 10 g/kg de torta de mamona e torta de mamona tratada com autoclave (15 psi/60 minutos) (ACL). Essas proporções foram baseadas no trabalho de Anandan et al. (2005).

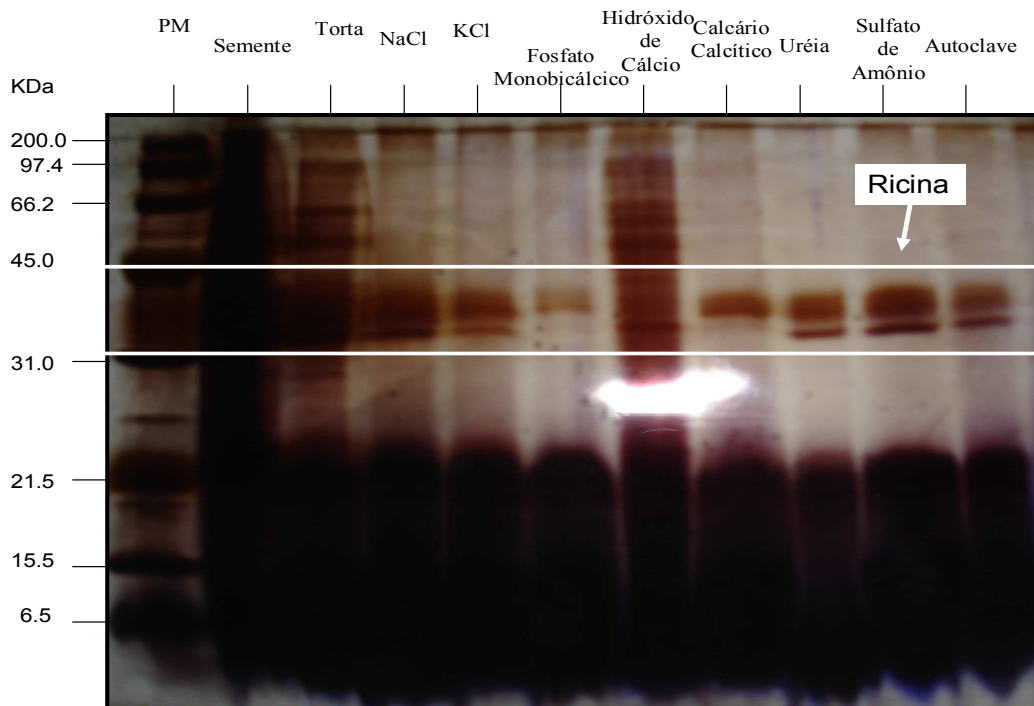


Figura 1 - Gel de poliacrilamida (SDS-PAGE) para avaliação da eficácia dos tratamentos de destoxificação da torta de mamona no desaparecimento das duas sub-unidades de ricina (A com 35 KDa e B com 29 KDa).

Os tratamentos da torta de mamona com calcário calcítico e com fosfato monobicálcico consistiram na diluição de 60 g de calcário calcítico ou 60 g de fosfato monobicálcico em 500 mL de água para cada quilograma de torta de mamona. Em seguida, estas soluções foram distribuídas sobre a torta de mamona e foi feita a homogeneização deste material. Logo após, o material foi recolhido em tambores plásticos e fechado hermeticamente, ficando em repouso por 8 horas. No dia seguinte, a torta foi distribuída sobre lona plástica para ser exposta ao sol até a completa secagem que foi determinada a partir do momento em que não se observava mais umidade no material tratado. O tratamento da torta de mamona com uréia foi similar aos demais tratamentos químicos, diferindo apenas no tempo de repouso, que foi de sete dias. O método físico de destoxificação da torta de mamona foi realizado na EMBRAPA - Agroindústria Tropical, pelo método de autoclavagem a 15 psi por 60 minutos (ANANDAN et al., 2005).

Foi adotado o nível de 67% de substituição do farelo de soja pela torta de mamona para todos os tratamentos de acordo com Pompeu (2009) e o feno do capim-tifton 85 foi utilizado como volumoso. As rações experimentais foram formuladas com base nas recomendações do NRC (2007), mantendo uma relação volumoso:concentrado de 50:50, sendo isoprotéicas e isoenergéticas. A torta de mamona foi obtida na mini-usina de produção

de biodiesel localizada na Fazenda Normal, no município de Quixeramobim-CE, a partir da extração mecânica (prensagem) do óleo da semente de mamona, utilizando temperaturas entre 90 e 100°C. O feno de capim-tifton 85 foi adquirido na Fazenda Laranjeira, em Assu - RN, sendo o capim cortado com aproximadamente 50 dias de idade. A proporção dos ingredientes das rações está apresentada na Tabela 2. Antes do início do experimento, os animais foram vermifugados e receberam suplementação de vitaminas A, D e E.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes das rações totais experimentais, em porcentagem na matéria seca

Ingredientes	Diets %MS				
	NT	CC	UR	FOS	ACL
Feno de capim-Tifton 85	49,83	49,89	49,91	49,99	49,86
Fubá de milho	34,06	34,23	34,03	33,96	34,01
Farelo de Trigo	2,72	2,73	2,72	2,71	2,71
Farelo de soja	4,10	4,12	4,10	4,09	4,10
TM NT	7,95	-	-	-	-
TM CC	-	7,99	-	-	-
TM UR	-	-	7,91	-	-
TM FOS	-	-	-	7,87	-
TM ACL	-	-	-	-	7,99
Uréia	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Sulfato de amônio	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
NaCl	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Calcário	0,29	0,00	0,29	0,35	0,29
Sal mineral*	0,53	0,53	0,52	0,52	0,53

TM NT = torta de mamona não tratada; TM CC = torta de mamona tratada com calcário calcítico; TM UR = torta de mamona tratada com uréia; TM FOS = torta de mamona tratada com fosfato monobásico; TM ACL = torta de mamona autoclavada; NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada;* Composição: fosfato, 65,0g; cálcio, 160,0g; enxofre, 15,0g; magnésio, 6,5g; sódio, 150,0g; cobalto, 0,125g; zinco, 4,5g; ferro, 1,7g; manganês, 4,5g; iodo, 0,06g; selênio, 0,03g; flúor, 0,95g; veículo, 1000g .

Para avaliação do consumo e da digestibilidade dos nutrientes, bem como para o balanço nitrogenado foram utilizados vinte ovinos, alojados em gaiolas de metabolismo, providas de bebedouro e comedouro, equipadas com coletores e separadores de fezes e de urina. Os animais foram pesados no início e ao final do período experimental. As dietas foram fornecidas diariamente à vontade, divididas em duas refeições iguais (às 8hs e às 16hs), de modo a permitir sobras de 20% dos alimentos ofertados. A determinação do consumo foi

realizada por meio da pesagem e amostragem diária, durante o período de coleta, do alimento oferecido e das sobras de cada animal.

O período experimental foi de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais às dietas, às gaiolas de metabolismo e ao manejo, e sete dias para mensuração do consumo voluntário de nutrientes, digestibilidade dos nutrientes, balanço nitrogenado e energético.

Para determinação do consumo e digestibilidade dos nutrientes entre o 14° e o 21° dia do período experimental, realizou-se a coleta total de fezes. Naquele período coletaram-se também amostras de alimentos e de sobras, as quais foram armazenadas em freezer a -10°C. Ao fim do período de coleta, as amostras foram descongeladas e homogeneizadas para confecção de amostras compostas por animal/tratamento, sendo retirada uma alíquota de aproximadamente 500 g, levada ao Laboratório de Nutrição Animal da UFC, pesada e pré-seca em estufa de ventilação forçada, a 55°C, durante 72 horas para determinação da matéria pré-seca. Foram então moídas em moinho com peneira de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos para posteriores análises.

As amostras de urina foram obtidas em baldes através de coleta ao longo de 24 horas, armazenadas em recipientes plásticos contendo 100 mL de solução de ácido clorídrico (HCl 2N) na véspera de cada coleta, evitando-se assim possíveis processos fermentativos. Após a coleta, os recipientes contendo urina foram devidamente pesados, para determinação do volume total produzido e homogeneizados. Em seguida, foram retiradas alíquotas de aproximadamente 100 mL, acondicionada em frascos plásticos (uma amostra composta por animal) e imediatamente congelada a -5°C para posterior quantificação de compostos nitrogenados.

As análises químico-bromatológicas foram realizadas nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

Para as determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), foi utilizada a metodologia proposta por AOAC (1980). Já para a quantificação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA), celulose, hemiceluloses e ligninas, foram obtidos conforme a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). Os carboidratos totais foram determinados pela seguinte fórmula: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ (SNIFFEN et al., 1992). Os carboidratos não fibrosos foram determinados de acordo com equação proposta por Hall (2000): $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB$

derivado da uréia + % da uréia) + %FDNcp + %EE + %Cinzas], em que FDNcp equivale à parede celular corrigida para cinzas e proteínas.

Para a estimativa de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) dos alimentos isoladamente foram utilizadas as seguintes equações do National Research Council (2001):

$$\text{CNFVD} = 0,98 \times (100 - [(\text{FDN} - \text{PBIDN}) + \text{PB} + \text{EE} + \text{Cinzas}])$$

$\text{PBVD} = \text{PB} \times \text{EXP} \times [-1,2 \times (\text{PBIDA}/\text{PB})]$ para o feno de capim-tifton-85 (*Cynodon* sp.).

$\text{PBVD} = [1 - (0,4 \times (\text{PBIDA}/\text{PB}))] \times \text{PB}$ para o milho, soja, trigo e torta de mamona.

$$\text{AGVD} = \text{EE} - 1.$$

$\text{FDNVD} = 0,75 \times [(\text{FDN} - \text{PBIDN}) - \text{L}] \times [1 - (\text{L}/((\text{FDN} - \text{PBIDN}) \times \text{EXP} \times 0,667))]$.

$\text{NDT1X} (\%) = \text{CNFVD} + \text{PBVD} + (\text{AGVD} \times 2,25) + \text{FDNVD} - 7$, onde: NDT1X = Nutrientes Digestíveis Totais para manutenção, CNFVD = Carboidratos Não Fibrosos Verdadeiramente Digestíveis, PBVD = Proteína Bruta Verdadeiramente Digestível, AGVD = Ácidos Graxos Verdadeiramente Digestíveis, FDNVD = Fibra em Detergente Neutro Verdadeiramente Digestível, FDN = Fibra em Detergente Neutro, EE = Extrato Etéreo, L = Lignina em Detergente Ácido, PB = Proteína Bruta, PBIDN = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Neutro, PBIDA = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Ácido. A composição química dos ingredientes utilizados e das rações experimentais está descrita nas Tabela 3 e 4, respectivamente.

A estimativa da digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemiceluloses e da energia bruta foram feitas a partir da seguinte fórmula:

$[(\text{Consumo do nutriente em gramas} - \text{quantidade em gramas do nutriente nas fezes})/\text{Consumo do nutriente em gramas}]/100$ (SILVA; LEÃO, 1979).

Obteve-se a Energia Bruta (EB) das amostras do alimento fornecido, sobras, fezes e urina em calorímetro adiabático tipo PARR nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal do DZ/CCA/UFC (Fortaleza – CE). As amostras de urina foram previamente desidratadas em copos descartáveis para possibilitar sua combustão. Anteriormente, foi realizada a queima de cinco copos de plástico vazios para referência da produção de calor do copo individualmente, servindo de branco. Utilizando-se a técnica direta de determinação de energia com bomba calorimétrica, calculou-se o valor de energia digestível (ED) e energia

metabolizável (EM). Para o cálculo de EM utilizou-se à fórmula de Blaxter e Clapperton (1965), onde Energia Digestível = Energia Bruta Ingerida – Energia Bruta excretada nas fezes; a Energia Metabolizável = Energia Digestível – Energia Bruta da Urina + Energia dos Gases. A produção de metano foi estimada pela seguinte equação: $C_m = 0,67 + 0,062D$, onde C_m = produção de metano em kcal/ 100 kcal de energia consumida e D = digestibilidade aparente da energia bruta do alimento.

Foram também calculados o nitrogênio ingerido (nitrogênio fornecido menos o nitrogênio das sobras), balanço de nitrogênio (nitrogênio ingerido menos as perdas de nitrogênio nas fezes e na urina), porcentagem de nitrogênio fecal em relação ao nitrogênio ingerido, porcentagem de nitrogênio urinário em relação ao nitrogênio ingerido e porcentagem de nitrogênio retido em relação ao nitrogênio ingerido.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de comparação de médias, por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Foi também observado o grau de correlação de Pearson ($P < 0,05$) entre as variáveis. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, utilizou-se o procedimento GLM do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003).

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes, expressa na base de matéria seca

Variável	Ingrediente								
	feno	F.M	F.S	F.T	TM NT	TM CC	TM UR	TM FOS	TM ACL
MS (%)	85,18	85,05	85,78	83,86	87,32	86,48	85,56	83,78	86,66
MO (%)	91,83	98,82	93,32	94,52	94,68	90,84	94,01	89,65	94,41
PB (%MS)	8,43	6,76	48,04	16,57	26,87	24,61	28,53	26,36	27,15
NIDN (%MS)	0,71	0,15	0,22	0,47	0,30	0,28	0,35	0,26	0,48
PIDN (%MS)	4,44	0,97	1,38	2,96	1,86	1,75	2,19	1,65	2,98
NIDN (%NT)	52,73	14,30	2,88	17,84	6,92	7,13	7,68	6,28	10,96
NIDA (%MS)	0,07	0,03	0,11	0,07	0,21	0,22	0,25	0,21	0,25
PIDA (%MS)	0,46	0,17	0,72	0,45	1,31	1,35	1,57	1,33	1,59
NIDA (%NT)	5,48	2,59	1,49	2,73	4,89	5,47	5,50	5,06	5,85
EE (%MS)	1,92	4,06	1,47	3,73	5,01	4,17	3,88	3,84	4,60
RM (%MS)	8,17	1,18	6,68	5,48	5,32	9,16	5,99	10,35	5,59
FDN (%MS)	74,65	16,62	13,03	41,07	49,85	48,44	51,66	48,79	51,88
FDNcp (%MS)	73,00	15,18	11,63	39,94	47,77	44,50	49,54	45,35	41,48
FDA (%MS)	34,61	2,41	7,97	11,51	40,13	39,99	42,39	39,51	42,34
CEL (%MS)	31,52	2,07	7,36	9,46	13,30	14,52	12,78	15,26	15,70
HEM (%MS)	40,04	13,97	5,06	29,56	9,73	8,45	9,26	9,28	9,54
LIG (%MS)	1,89	0,20	0,11	1,41	2,44	2,38	2,18	2,14	2,52
CUT (%MS)	0,87	0,12	0,16	2,11	25,70	21,80	26,50	22,40	23,68
CT (%MS)	81,48	88,00	43,81	74,22	62,80	62,07	61,59	59,44	62,65
CNF (%MS)	8,48	72,83	32,17	34,29	15,03	17,57	12,06	14,09	21,16
EB (Mcal/kg)	3,766	4,020	4,188	4,143	4,592	4,296	4,500	4,237	4,587
NDT (%MS)	60,65	88,44	81,62	75,37	72,35	67,95	70,32	66,74	71,08

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; PIDN = proteína bruta insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; PIDA = proteína bruta insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; RM = resíduo mineral; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDNcp = fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; CEL = celulose; HEM = hemicelulose; LIG = lignina; CUT = cutina; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; EB = energia bruta; NDT = nutrientes digestíveis totais (NRC, 2001). FM = fubá de milho; FT = farelo de soja; FT = farelo de trigo; TM NT = torta de mamona não tratada; TM CC = torta de mamona tratada com calcário calcítico; TM UR = torta de mamona tratada com uréia; TM FOS = torta de mamona tratada com fosfato monobásico; TM ACL = torta de mamona autoclavada;

Tabela 4 - Composição química das rações experimentais, expressa na base de matéria seca

Variável	Composição bromatológica (%MS)				
	NT	CC	UR	FOS	ACL
MS (%MN)	85,24	85,45	85,12	85,62	85,13
MO (%MS)	94,33	93,97	94,27	93,95	94,46
PB (%MS)	11,89	11,70	11,85	11,42	11,64
NIDN (%NT)	29,61	29,08	29,89	30,93	30,89
PIDN (%MS)	2,72	2,63	2,76	2,88	2,89
NIDA (%NT)	4,18	4,22	4,18	4,01	3,85
PIDA (%MS)	0,45	0,45	0,45	0,41	0,40
EE (%MS)	2,60	2,49	2,53	2,51	2,65
FDN (%MS)	47,09	46,21	46,73	46,70	46,99
FDNcp (%MS)	45,53	44,08	44,95	44,64	45,33
FDA (%MS)	21,68	22,10	21,94	21,75	21,80
Hemiceluloses (%MS)	25,41	24,12	24,78	24,95	25,18
Celulose (%MS)	18,18	18,45	18,03	18,65	18,35
Ligninas (%MS)	1,51	1,46	1,12	1,35	1,22
Cutina (%MS)	2,01	1,72	2,81	1,68	2,06
Carboidratos totais (%MS)	79,85	79,78	79,88	80,02	80,17
CNF (%MS)	34,32	35,70	34,93	35,37	34,84
EB (Mcal/kg)	3,883	3,866	3,814	3,809	3,878
NDT (%)	71,73	71,54	72,49	71,70	72,58

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; PIDN = proteína bruta insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; PIDA = proteína bruta insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDNcp = fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; CNF = carboidratos não fibrosos; EB = energia bruta; NDT = nutrientes digestíveis totais (NRC, 2001). NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificado efeito ($P > 0,05$) dos métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona sobre o consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo (Tabela 5) em nenhuma das três unidades analisadas (g/dia , $\%PV$, $\text{g/kg}^{0,75}$).

O consumo de matéria seca dos animais que receberam dieta contendo torta de mamona tratada com fosfato monobásico (FOS) e os que receberam torta de mamona tratada com autoclave (ACL) foi de 836,0 e 837,7 g/dia respectivamente, já os animais que receberam dieta em que a torta de mamona não foi tratada (NT) apresentou consumo de

matéria seca de 787,0 g/dia. Vale ressaltar que os consumos médios de matéria seca quando expressos em g/dia em todas as dietas foram superiores aos 760 g/dia que preconiza o NRC (2007) para ovinos de 20 kg de peso vivo em fase de crescimento e maturidade tardia com ganho de 150 g/dia. Já o consumo de matéria seca em %PV, observa-se na Tabela 5, que as médias de todos os tratamentos foram superiores aos preconizados pelo NRC (2007) para a mesma categoria, que é de 3,8% do PV. Valores muito próximos de consumo de matéria seca em %PV foram reportados por Vieira (2009) que trabalhando com níveis de substituição do farelo de soja por farelo de mamona verificou consumo diário variando de 4,17 a 4,49 %PV.

Tabela 5 - Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB) e extrato etéreo (CEE) em gramas por animal ao dia (g/dia), porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) de ovinos mestiços da raça Morada Nova alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação

Variáveis	Métodos de destoxificação					Sexo		Coeficiente de variação (%)
	NT	CC	UR	FOS	ACL	Macho	Fêmea	
Consumo em g/dia								
CMS	787,0	839,5	763,5	836,0	837,7	863,9	761,2	13,87
CMO	743,5	789,0	721,4	787,8	791,9	815,2	718,2	13,82
CPB	95,4	103,6	94,4	98,7	102,2	104,3	93,4	13,99
CEE	21,3	22,3	20,4	22,2	24,1	23,2	20,9	13,23
Consumo em %PV								
CMS	4,21	4,40	4,23	4,34	4,45	4,52	4,14	10,19
CMO	3,98	4,14	4,00	4,09	4,22	4,27	3,90	10,20
CPB	0,51	0,55	0,52	0,52	0,54	0,55	0,51	10,00
CEE	0,115	0,118	0,113	0,115	0,128	0,12	0,11	9,04
Consumo em $\text{g/kg}^{0,75}$								
CMS	87,60	91,95	87,17	90,90	92,76	94,49	85,65	10,97
CMO	82,75	86,44	82,36	85,66	87,80	89,17	80,83	10,93
CPB	10,62	11,35	10,78	10,72	11,34	11,41	10,52	10,79
CEE	2,37	2,44	2,33	2,42	2,67	2,54	2,35	10,23

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas distintas entre os métodos de destoxificação e maiúsculas distintas entre os sexos, diferem entre si ($P < 0,05$), pelo teste de Tukey.

NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobicálcico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada;

Os valores de consumo de matéria seca expressos em $\text{g/kg}^{0,75}$ dos tratamentos variaram de 87,17 a 92,76 $\text{g/kg}^{0,75}$. Já Zeoula et al. (2003) relataram valores menores para este parâmetro que variou de 72,9 a 77,1 $\text{g/kg}^{0,75}$ para ovinos castrados.

Quanto ao efeito de sexo, o consumo de matéria seca dos machos foi superior ao das fêmeas ($P \leq 0,0610$) quando o consumo foi expresso em g/dia com médias de 863,9 e 761,2 g/dia para machos e fêmeas, respectivamente (Tabela 5). Estes resultados são diferentes dos observados por Zundt et al. (2002) que trabalhando com ovinos "tricross" ($\frac{1}{2}$ Texel + $\frac{1}{4}$ Bergamácia + $\frac{1}{4}$ Corriedale) não observaram diferença de consumo de matéria seca entre machos e fêmeas com valores médios de 1260 e 1208 g/dia, respectivamente. Esses valores estão acima dos observados no presente trabalho e essa diferença pode ser atribuída ao maior peso corporal dos cordeiros utilizados por aqueles autores. Não houve efeito de sexo quando o consumo de matéria seca foi expresso em %PV. Já quando o consumo foi expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$ os machos apresentaram maior consumo de matéria seca que as fêmeas ($P \leq 0,0650$). Resultados diferentes foram observados por Garcia et al. (2000), trabalhando com cordeiros cruzados, verificaram consumo de matéria seca para as fêmeas 12,35% superior aos machos. No entanto, trabalhando com ovinos Morada Nova, Ciríaco (1983) não observou diferença no consumo de matéria seca entre machos e fêmeas alimentados com dietas contendo capim-elefante, feno de cunhã e esterco de galinha + farelo de trigo. Pinheiro et al. (2009) não verificaram efeito do sexo sobre o consumo de matéria seca em percentual de peso vivo obtendo valores de 3,29 e 3,28%PV para machos e fêmeas, respectivamente. Já Hashimoto et al. (2007) também não observaram diferenças no consumo de matéria seca entre machos e fêmeas e obtiveram valores inferiores de consumo de matéria seca para ambos os sexos (3,11 e 3,43%PV para machos e fêmeas, respectivamente) que os apresentados no presente experimento.

O consumo de matéria orgânica não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos experimentais nas diversas formas de expressar consumo (g/dia, %PV, $\text{g/kg}^{0,75}$). Apesar de nos tratamentos da torta de mamona tratada com calcário calcítico e com fosfato monobicálcico terem sido adicionados 60 g de calcário calcítico e fosfato monobicálcico respectivamente, estas adições não foram suficientes para alterar significativamente os valores de matéria orgânica das dietas experimentais. Foram verificadas altas correlações entre os consumos de matéria seca e de matéria orgânica nas três unidades analisadas em g/dia ($r = 0,9998$; $P < 0,0001$), %PV ($r = 0,9995$; $P < 0,0001$) e $\text{g/kg}^{0,75}$ ($r = 0,9997$; $P < 0,0001$).

O efeito do sexo para o consumo de matéria orgânica, conforme esperar-se-ia, teve resposta similar ao observado para o consumo de matéria seca. Não houve efeito de sexo para o consumo de matéria orgânica quando o consumo foi expresso em %PV. Quando o consumo foi expresso em g/dia, os machos apresentaram maior consumo de matéria orgânica que as

fêmeas ($P \leq 0,0599$), obtendo valores de 815,2 e 718,2 g/dia para machos e fêmeas respectivamente. Já quando se corrigiu o consumo de matéria orgânica para $\text{g/kg}^{0,75}$ também observou-se maior consumo de matéria orgânica para machos que para fêmeas ($P \leq 0,0643$).

Os valores apresentados para consumo de proteína bruta, expresso em g/dia, %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, não foram diferentes entre os tratamentos ($P > 0,05$) com valores médios de 98,85 g/dia, 0,53%PV e $10,96 \text{ g/kg}^{0,75}$. Isto se deve ao fato das dietas serem isoprotéicas e também pelas altas correlações encontradas para o consumo de matéria seca e o consumo de proteína bruta em g/dia ($r = 0,9789$; $P < 0,0001$), %PV ($r = 0,9567$; $P < 0,0001$) e $\text{g/kg}^{0,75}$ ($r = 0,9637$; $P < 0,0001$). Todavia, os valores médios para os consumos de proteína bruta em g/dia para todos os tratamentos estudados foram inferiores aos 112 g/dia recomendados pelo NRC (2007) para borregos com peso vivo médio de 20 kg. Vieira (2009) trabalhando com dietas contendo níveis de farelo de mamona autoclavada para ovinos, observaram consumos de proteína bruta de 157 e 169 g/dia, 0,60 e 0,64 %PV e 13,6 e $14,5 \text{ g/kg}^{0,75}$ para os níveis de inclusão de 50 e 75% de farelo de mamona, respectivamente, valores acima dos encontrados no presente experimento. Isto se deve principalmente ao maior consumo de matéria seca obtido pelo referido autor e ao maior percentual de proteína bruta contido em suas rações experimentais (14,81 e 15,30% de Proteína bruta) em comparação aos valores obtidos no presente estudo.

Não houve efeito ($P > 0,05$) de sexo em relação ao consumo de proteína bruta em nenhuma das três unidades analisadas (g/dia, %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$) com médias de 104,3 e 93,4 g/dia, 0,55 e 0,51 %PV, e 11,41 e $10,52 \text{ g/kg}^{0,75}$ para machos e fêmeas, respectivamente. Estes resultados contradizem aos observados por Uchoa et al. (2002) trabalhando com ovinos Santa Inês que obtiveram maior consumo de proteína bruta para machos em relação às fêmeas com valores de 170 e 148 g/dia, respectivamente. Entretanto quando o consumo de proteína bruta foi expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$ não se observou efeito de sexo sobre o consumo de proteína bruta, com valores de 13,5 e $13,1 \text{ g/kg}^{0,75}$ para machos e fêmeas respectivamente, semelhante aos resultados obtidos neste trabalho.

Os consumos diários de extrato etéreo, expressos em g/dia, %PV e em $\text{g/kg}^{0,75}$, não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona, obtendo-se valor médio de 22,04; 0,12 e 2,45, respectivamente (Tabela 5). Isso se deve ao fato de que os tratamentos de destoxificação da torta de mamona não alteraram de maneira significativa os teores de extrato etéreo das dietas experimentais. Valores semelhantes foram observados por Vieira (2009) com valores médios de 35,02 g/dia, 0,13%PV e 3,01

$\text{g/kg}^{0,75}$. Também não se observou diferença ($P>0,05$) de consumo de extrato etéreo entre machos e fêmeas.

É interessante lembrar o efeito dos lipídios no consumo de matéria seca. No presente estudo, o teor de extrato etéreo das dietas com inclusão de torta de mamona (67% de inclusão) estão abaixo do nível máximo preconizado (6% da dieta total), portanto não afetou negativamente o consumo de nutrientes, seja por mecanismos regulatórios que controlam o consumo de alimentos, seja pela capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos ou até mesmo o efeito físico pelo recobrimento das partículas alimentares com gordura, com conseqüente redução do contato destas com agentes de digestão (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

Não foi verificado efeito ($P>0,05$) dos métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona sobre o CFDN, CFDA, CHEM, CCEL, CCT e CCNF (Tabela 6) em nenhuma das três unidades analisadas (g/dia , %PV, $\text{g/kg}^{0,75}$).

O CFDN médio observado foi de 359,25 g/dia , 1,91%PV e 39,83 $\text{g/kg}^{0,75}$. Mertens (1994) sugere CFDN de até 1,2 %PV, sendo este limite adequado quando a densidade energética da dieta é elevada, nesse caso o consumo é limitado pela demanda energética, não ocorrendo repleção ruminal. O autor comenta que esse limite pode ser ultrapassado por animais alimentados com rações contendo baixa densidade energética, na tentativa de compensar a limitação energética da dieta. Vieira (2009) obteve valores de CFDN médio de 450 g/dia , superior ao deste experimento, mas quando o consumo foi expresso em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$ o valor obtido pelo autor (1,71%PV e 38,6 $\text{g/kg}^{0,75}$) foi semelhante ao do presente estudo. Pompeu (2009) trabalhando com rações contendo diferentes níveis de torta de mamona em substituição ao farelo de soja na alimentação de ovinos obtiveram CFDN médio de 1,9 %PV, muito semelhante ao registrado nesta pesquisa (1,91 %PV). O resultado desta pesquisa permite inferir que possivelmente o consumo esteja sendo limitado pelo efeito físico de “enchimento”, já que Mertens (1992) comenta que o CFDN em níveis acima de 1,2% do peso vivo do animal é um dos principais mecanismos físicos reguladores do consumo de matéria seca.

Tabela 6 - Consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), hemicelulose (CHEM), celulose (CCEL), carboidratos totais (CCT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) em gramas por animal ao dia (g/dia), porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) de ovinos mestiços da raça Morada Nova alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação

Variáveis	Métodos de destoxificação					Sexo		Coeficiente de variação (%)
	NT	CC	UR	FOS	ACL	Macho	Fêmea	
Consumo em g/dia								
CFDN	363,4	358,1	335,8	370,6	368,4	385,3 ^A	333,2 ^B	14,55
CFDA	164,3	168,8	154,3	168,6	168,0	176,5 ^A	153,1 ^B	15,10
CHEM	199,1	189,3	181,5	202,0	200,4	208,7 ^A	180,2 ^B	14,14
CCEL	139,1	140,2	126,9	146,0	142,5	149,3 ^A	128,5 ^B	15,35
CCT	626,9	663,2	606,6	667,0	665,6	687,8	603,9	13,86
CCNF	275,5	324,0	284,0	313,9	310,9	318,5	284,8	14,36
Consumo em %PV								
CFDN	1,94	1,88	1,87	1,93	1,96	2,02	1,81	11,83
CFDA	0,88	0,88	0,86	0,88	0,90	0,93	0,83	12,36
CHEM	1,07	0,99	1,01	1,05	1,07	1,09 ^A	0,98 ^B	11,46
CCEL	0,75	0,74	0,71	0,76	0,76	0,78	0,70	12,78
CCT	3,36	3,48	3,36	3,46	3,55	3,60	3,28	10,26
CCNF	1,47	1,71	1,57	1,63	1,66	1,66	1,55	10,05
Consumo em $\text{g/kg}^{0,75}$								
CFDN	40,43	39,17	38,41	40,33	40,83	42,18 ^A	37,48 ^B	12,34
CFDA	18,28	18,46	17,65	18,35	18,62	19,33	17,22	12,83
CHEM	22,15	20,71	20,76	21,98	22,21	22,86 ^A	20,26 ^B	12,00
CCEL	15,47	15,33	14,52	15,89	15,80	16,35	14,45	13,21
CCT	69,76	72,64	69,26	72,53	73,79	75,23	67,96	11,03
CCNF	30,66	35,55	32,36	34,11	34,47	34,80	32,06	11,09

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas distintas entre os métodos de destoxificação e maiúsculas distintas entre os sexos, diferem entre si ($P < 0,05$), pelo teste de Tukey.

NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobicálcico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada.

Foi observado maior CFDN dos machos em relação às fêmeas ($P < 0,05$) quando expresso em g/dia e $\text{g/kg}^{0,75}$, o que pode ser atribuído ao maior consumo de matéria seca dos machos em relação as fêmeas quando o consumo foi expresso em g/dia e $\text{g/kg}^{0,75}$, uma vez que foram observadas altas correlações entre consumo de matéria seca e CFDN quando expressos em g/dia ($r=0,9545$; $P < 0,0001$) e $\text{g/kg}^{0,75}$ ($r= 0,9323$; $P < 0,0001$). Entretanto, quando o CFDN foi expresso em %PV não se observou efeito de sexo ($P > 0,05$). Van Soest (1994) relatou que o consumo de matéria seca é altamente relacionado ao conteúdo de FDN do alimento e das

dietas, porque a fermentação e a passagem da FDN do alimento pelo retículo-rúmen são mais lentas que outros constituintes dietéticos, com grande efeito no enchimento e no tempo de permanência, comparado aos componentes não-fibrosos do alimento. Uchoa et al (2002) verificaram resultados semelhantes aos da presente pesquisa para o CFDN entre machos e fêmeas, onde o CFDN dos machos (647,9 g/dia) foi maior do que o das fêmeas (530,4 g/dia), mas quando o CFDN foi expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$ não houve diferença entre machos e fêmeas (53,1 e 48,7 respectivamente).

O CFDA foi semelhante ($P>0,05$) entre todos os tratamentos de destoxificação da torta de mamona com valores médios entre os tratamentos de 164,81 g/dia, 0,88%PV e 18,27 $\text{g/kg}^{0,75}$. Pompeu et al. (2009a) testando níveis de inclusão (0, 33, 67 e 100%) da torta de mamona em substituição ao farelo de soja em dietas para ovinos, encontraram valor médio de CFDA de 331,25 g/dia, superior ao observado nesta pesquisa, mas quando os valores de CFDA foram expressos em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, os valores encontrados pelos referidos autores foram 0,88 %PV e 21,72 $\text{g/kg}^{0,75}$, semelhantes ao desta pesquisa. Observou-se maior CFDA dos machos em relação às fêmeas quando os valores foram expressos em g/dia, mas quando estes mesmos valores foram expressos em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$ a diferença entre os sexos não existiu.

Não houve diferença ($P>0,05$) para o CHEM e CCEL entre os tratamentos com valores variando de 181,5 e 126,9 g/dia para os animais que receberam dieta contendo torta de mamona tratada com uréia (UR) e 202,0 e 146,0 g/dia para os que receberam dieta contendo torta de mamona tratada com fosfato monobicálcico (FOS) respectivamente. Quando o CHEM e CCEL foram expressos em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$ também não se observou efeito dos tratamentos sobre eles. Entretanto, o CHEM foi maior ($P<0,05$) para os machos em relação às fêmeas nas três unidades analisadas (208,7 e 180,2 g/dia, 1,09 e 0,98%PV, e 22,86 e 20,26 $\text{g/kg}^{0,75}$, respectivamente). Já o CCEL foi maior ($P<0,05$) para os machos (149,3) que para as fêmeas (128,5) quando expresso em g/dia, mas quando o CCEL foi expresso em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$ não foi observado efeito de sexo ($P>0,05$).

O maior consumo dos componentes fibrosos da ração (CFDN, CFDA, CHEM e CCEL) pelos machos em relação às fêmeas, se deve a maior capacidade ruminal dos machos ao longo do desenvolvimento corporal, uma vez que a capacidade física de enchimento do rúmen apresenta relação direta com o tamanho do animal. Isso significa que, à medida que o animal aumenta de tamanho, o tamanho do rúmen aumenta na mesma proporção (VAN SOEST, 1994) o que permitiu nesta pesquisa maior consumo da fração fibrosa do alimento

pelos machos. Gomes (2010) trabalhando com os mesmos animais desta pesquisa avaliando as medidas corporais, características de carcaça e dos componentes não carcaça após um ensaio de desempenho encontrou valores superiores de rúmen-retículo dos machos (0,663 kg) em relação às fêmeas (0,552 kg).

Com relação aos consumos de carboidratos totais (CCT) e ao consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) não houve diferença significativa ($P>0,05$) dos tratamentos estudados, obtendo-se valores médios para o CCT de 645,8, 3,44 e 71,60 quando expressos g/dia, %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$. Para o CCNF observou-se valor médio de 301,6; 1,61 e 33,43 quando expressos g/dia, %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$ respectivamente. Pompeu et al. (2009a) obtiveram CCNF de 390,9 g/dia e 1,05%PV no nível de 67% de substituição do farelo de soja pela torta de mamona.

Os valores de digestibilidade da MS, MO, PB, FDA, CEL, CT e CNF variaram pouco entre os tratamentos (Tabela 7) não apresentando diferença significativa entre si ($P>0,05$). Também não se observaram ($P>0,05$) diferenças entre machos e fêmeas para os coeficientes de digestibilidade de todos os nutrientes. As médias obtidas para a DMS dos tratamentos foram superiores àqueles observados por Fernandes et al. (2009) que trabalhando com níveis de substituição do farelo de soja pela torta de mamona para caprinos encontraram valor de 64,03% na dieta em que a torta de mamona substituiu 66% o farelo de soja e semelhantes às observadas por Pompeu et al. (2009b) de 67,16%. A digestibilidade média da matéria orgânica (DMO) obtido no presente estudo (68,23%) foi inferior àquelas relatadas por Pompeu et al. (2009b) e Menezes et al. (2009) que foram de 87,79 e 70,04%, respectivamente.

Os tratamentos experimentais continham teores de PB ao redor de 11,7%, o que parece ter contribuído para seu maior desaparecimento e, portanto, para um DPB de 67,09% para (NT); 68,69% para (CC); 67,33% para (UR); 65,57% para (FOS) e 65,57% para (ACL). Segundo Petit e Tremblay (1992) dietas com elevados teores de PB poderiam proporcionar menor digestibilidade aparente da mesma. Os resultados encontrados neste experimento foram superiores aos obtidos por Menezes et al. (2009), que obtiveram 64,58% de DPB da torta de mamona e com teores superiores de proteína bruta nas dietas (20,5%).

A DEE apresentou superioridade ($P<0,05$) de valor para a dieta CC em relação à dieta FOS, entretanto esta variação é pouco relevante uma vez que representa um aumento de apenas 4,5% na digestibilidade. Os tratamentos NT, UR e ACL obtiveram valores intermediários (70,12; 69,17 e 70,42% respectivamente) e foram semelhantes entre si e aos demais. Oliveira (2008) encontraram valores de DEE maiores para as dietas que continham

farelo e torta de mamona tratados com hidróxido de cálcio (CaOH_2) em relação as dietas que não receberam tratamento do farelo e torta de mamona. Para a DFDN verificou-se superioridade de valor para a dieta NT (57,52%) em relação à dieta CC (52,42%), correspondendo a uma variação de 9,7% na digestibilidade. Os tratamentos UR, FOS e ACL tiveram valores intermediários (56,08; 55,07 e 54,89%, respectivamente) e foram semelhantes entre si e aos demais.

Tabela 7 - Digestibilidade in vivo da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), hemicelulose (DHEM), celulose (DCEL), carboidratos totais (DCT) e carboidratos não fibrosos (DCNF) em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação

Variáveis	Métodos de destoxificação					Sexo		Coeficiente de variação (%)
	NT	CC	UR	FOS	ACL	Macho	Fêmea	
DMS	67,58	67,28	67,75	66,75	66,33	66,88	67,39	3,22
DMO	68,44	68,26	68,91	68,11	67,42	67,94	68,51	3,14
DPB	67,09	68,69	67,33	65,57	66,02	66,53	67,34	3,81
DEE	70,12 ^{ab}	71,29 ^a	69,17 ^{ab}	68,22 ^b	70,42 ^{ab}	69,13	70,56	2,72
DFDN	57,52 ^a	52,42 ^b	56,08 ^{ab}	55,07 ^{ab}	54,89 ^{ab}	55,16	55,23	5,23
DFDA	48,47	44,94	46,80	46,67	47,01	46,18	47,38	8,27
DHEM	65,00 ^a	59,05 ^b	63,95 ^a	62,07 ^{ab}	61,51 ^{ab}	62,75	61,88	3,88
DCEL	62,51	59,69	61,60	60,53	61,67	60,59	61,81	4,39
DCT	68,59	68,09	69,14	68,49	67,52	68,11	68,62	3,21
DCNF	81,93	84,65	83,20	83,36	81,04	82,64	83,03	3,78

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas distintas entre os métodos de destoxificação e maiúsculas distintas entre os sexos, diferem entre si ($P < 0,05$), pelo teste de Tukey.

NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobicálcico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada.

Os resultados médios obtidos para digestibilidade da FDA não diferiram entre si e foram superiores aos obtidos por Pompeu et al. (2009b), de 51,37; 50,92; 50,75 e 50,41% para os níveis de inclusão 0, 33, 67 e 100% de farelo de mamona, respectivamente. Os valores apresentados para a DCEL, não foram diferentes entre os tratamentos ($P > 0,05$) com valores médios de 61,20%.

A DCT e DCNF não foram diferentes entre as dietas experimentais com valores médios de 68,36 e 82,84% respectivamente. Valores semelhantes foram reportados por Pompeu et al. (2009b) que obtiveram DCT e DCNF de 64,87 e 84,90% respectivamente, para o nível de 67% de substituição do farelo de soja pela torta de mamona. Oliveira (2008)

também observou resultados semelhantes para o DCNF de 87,14 e 83,68% para a torta de mamona não tratada e tratada com CaOH_2 respectivamente. Os teores de CNF das rações em todos os tratamentos mantiveram-se próximos (entre 34 e 36%) aos valores recomendados por Hall (1999), que sugeriu níveis máximos de 35 a 45% de CNF nas dietas para evitar distúrbios metabólicos como a acidose ruminal.

Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos para o consumo de energia bruta (CEB), consumo de energia digestível (CED), consumo de energia metabolizável (CEM), balanço energético (BE), nutrientes digestíveis totais (NDT), consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e digestibilidade da energia bruta (DEB) com médias de 348,06 $\text{g/kg}^{0,75}$, 225,12 $\text{g/kg}^{0,75}$, 202,43 $\text{g/kg}^{0,75}$, 1,97 Mcal/dia, 66,76%, 541,45 g/dia e 64,75 % respectivamente (Tabela 8). Ressalta-se que não ocorreram valores negativos de BE em nenhum dos tratamentos experimentais. Todas as dietas satisfizeram às necessidades dos animais em NDT. O NRC (2007) preconiza consumo diário de NDT de 500g/dia para essa categoria de animais. Os valores de NDT observados nesta pesquisa foram semelhantes aos observados por Pompeu et al. (2009b) que obteve valor de NDT de 67,49% e Oliveira (2008) que obteve valor de NDT de 68,51% para a torta de mamona sem tratamento químico.

Tabela 8 - Médias de consumo de energia bruta (CEB), energia digestível (CED), energia metabolizável (CEM), balanço energético (BE), nutrientes digestíveis totais (NDT), consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e digestibilidade in vivo da energia bruta (DEB) das dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação fornecidas a ovinos.

Variáveis	Métodos de destoxificação					Sexo		Coeficiente de variação (%)
	NT	CC	UR	FOS	ACL	Macho	Fêmea	
CEB ($\text{g/kg}^{0,75}$)	340,95	356,55	333,44	347,43	361,96	365,04	331,09	11,05
CED ($\text{g/kg}^{0,75}$)	219,39	236,09	214,58	224,67	230,91	236,21 ^A	214,04 ^B	10,15
CEM ($\text{g/kg}^{0,75}$)	197,36	213,25	191,99	200,63	208,94	212,60 ^A	192,27 ^B	9,95
BE (Mcal/dia)	1,91	2,10	1,82	1,99	2,04	2,10 ^A	1,84 ^B	13,74
NDT (%)	67,02	66,55	67,42	66,45	66,35	66,44	67,08	3,09
CNDT (g/dia)	524,8	557,7	514,4	554,8	555,5	573,8	509,1	12,89
DEB (%)	64,95	66,71	64,79	65,20	64,17	65,10	65,23	2,93

Médias na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas entre os sexos, diferem entre si ($P<0,05$), pelo teste de Tukey. NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobocálcico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada.

Quanto ao efeito de sexo não foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$) para o CEB, NDT, CNDT e DEB, entretanto, apesar de semelhantes, o CEB dos machos foram 10,2% superior ao das fêmeas, refletindo o maior consumo de matéria seca dos machos em

relação às fêmeas. Já os valores de CED, CEM e BE foram superiores ($P < 0,05$) para os machos em relação às fêmeas, o que pode também ser atribuído ao maior consumo de matéria seca dos machos. Foram verificadas também altas correlações entre CED e CEM ($r = 0.99616$; $P < 0,0001$); CED e BE ($r = 0.96744$; $P < 0,0001$) e CEM e BE ($r = 0.96777$; $P < 0,0001$).

Os valores médios do balanço de nitrogênio para os tratamentos experimentais constam na Tabela 9. O balanço refere-se ao saldo líquido de nitrogênio retido, após terem sido deduzidas do montante ingerido, as quantidades excretadas via fezes e urina.

O balanço de nitrogênio é mais eficiente que a digestibilidade e o consumo de proteína para evidenciar se há perdas ou não de proteína pelo organismo, sendo um bom indicativo do metabolismo protéico animal (ANDRIGUETO et al., 1990).

Tabela 9 - Balanço de nitrogênio (BN) em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação

Variáveis	Métodos de destoxificação					Sexo		Coeficiente de variação (%)
	NT	CC	UR	FOS	ACL	Macho	Fêmea	
N.consumido (g/dia)	15,26	16,57	15,11	15,79	16,36	16,69	14,95	14,00
N. fecal (g/dia)	5,07	5,21	4,94	5,45	5,55	5,58	4,91	17,63
N. urinário (g/dia)	3,82 ^{ab}	3,96 ^{ab}	4,25 ^{ab}	4,73 ^a	3,24 ^b	3,78	4,21	22,96
BN. (g/dia)	6,91 ^{abc}	7,56 ^{ab}	6,06 ^{bc}	5,76 ^c	7,72 ^a	7,59 ^A	6,01 ^B	15,88
N fecal / N. consumido	32,91	31,31	32,68	34,43	33,98	33,47	32,66	7,72
N urinário / N. consumido	24,82 ^{ab}	24,27 ^{ab}	28,17 ^a	30,39 ^a	19,89 ^b	22,73 ^B	28,28 ^A	18,21
N. retido / N. consumido	42,27 ^{ab}	44,43 ^a	39,15 ^{ab}	35,18 ^b	46,12 ^a	43,80	39,06	12,05

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas distintas entre os métodos de destoxificação e maiúsculas distintas entre os sexos, diferem entre si ($P < 0,05$), pelo teste de Tukey.

NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobalcáico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada.

A sincronização entre a proteína e carboidratos dietéticos no rúmen para que haja maximização da síntese microbiana reduzindo as perdas nitrogenadas é bastante enfatizado pelos sistemas de exigências nutricionais para ruminantes. Assim não foram observadas diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre os tratamentos para a quantidade de nitrogênio ingerido e quantidade de nitrogênio fecal. O tratamento FOS apresentou maior valor de nitrogênio urinário em relação ao tratamento ACL e os tratamentos NT, CC e UR obtiveram valores intermediários. O tratamento ACL apresentou maior balanço de nitrogênio (BN) que os

tratamentos UR e FOS, isso se deve a uma maior perda de nitrogênio por via urinária nos tratamentos UR e FOS em comparação ao tratamento ACL, obtendo os tratamentos NT e CC valores intermediários. O BN médio entre todos os tratamentos foi de 6,80g/dia. Salienta-se que não ocorreu valor negativo para o BN em todos os tratamentos, indicando que o consumo de nitrogênio atendeu as exigências de compostos nitrogenados dos animais.

Em se tratando da relação nitrogênio fecal/nitrogênio consumido não foram observadas diferenças entre os tratamentos para esta variável obtendo média de 33,06%, representando a percentagem de nitrogênio consumido que foi excretado nas fezes. Oliveira (2008) encontrou valores para a relação nitrogênio fecal/nitrogênio consumido de 35,21 e 27,66% para torta de mamona e torta de mamona tratada com CaOH_2 .

A relação nitrogênio urinário/nitrogênio consumido foi maior para os tratamentos UR e FOS do que para o tratamento ACL, isso se atribui pela maior perda de nitrogênio por via urinária dos tratamentos UR e FOS. Quanto à relação nitrogênio retido/nitrogênio consumido observa-se que os tratamentos CC e ACL foram superiores em relação ao tratamento FOS, obtendo os tratamentos NT e UR valores intermediários, onde a média de nitrogênio retido/nitrogênio consumido foi de 41,43% bem acima dos valores encontrados por Oliveira (2008) de 28,52 e 33,37% para torta de mamona e torta de mamona tratada com CaOH_2 .

Não foram observadas diferenças entre machos e fêmeas para nitrogênio consumido, nitrogênio fecal, nitrogênio urinário e relação nitrogênio fecal/nitrogênio consumido. Entretanto as fêmeas apresentaram ($P < 0,05$) maior relação nitrogênio urinário/nitrogênio consumido do que os machos (28,28 e 22,73% respectivamente) o que levou a um balanço de nitrogênio superior dos machos em relação às fêmeas (7,59 e 6,01 respectivamente).

CONCLUSÕES

A torta de mamona não tratada do ponto de vista nutricional pode ser utilizada nas dietas de ovinos como alimento protéico alternativo participando em até 8% da ração total, sem ocasionar grandes reduções no consumo e digestibilidade. Os métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona por não promover o completo desaparecimento da ricina presente na torta de mamona não ocasionam grandes melhorias no consumo, promovendo apenas moderadas alterações no balanço de nitrogênio com destaque para a torta de mamona autoclavada e torta de mamona tratada com calcário calcítico. Os machos apresentam consumos de matéria seca e das frações fibrosas superiores em relação às fêmeas em termos absolutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANDRIGUETO, J.M. et al. **Nutrição animal: bases e os fundamentos da nutrição animal**. Rio de Janeiro: Nobel, 1990. v.1, 389p.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis**. 13.ed. Washington, DC, 1980. 1094p.

BELTRÃO, N. E. M.; MELO, F. B.; CARDOSO, G. D. et al. **Mamona: Árvore do Conhecimento e Sistemas de Produção para o Semi-árido Brasileiro**. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2003, 19p. (Circular Técnica, 70).

BLAXTER, K.L; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.19, p.511-522. 1965.

BUENO, I. C. S.; VITTI, D. M. S. S.; ABDALLA, A. L. et al. Consumo voluntário, digestibilidade aparente e cinética digestiva de três forrageiras em ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.4, p.713-722, 2007.

CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S. et al. Utilização de coprodutos da mamona na alimentação animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador, **Anais...** Salvador: CBM, 2008.

CIRÍACO, A. L. T. **Utilização de feno de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) e esterco de galinha no acabamento de cordeiros da raça Morada Nova, variedade branca, para abate**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1983, 33p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1983.

FERNANDES, M. F.; BOMFIM, M. A. D.; MEDEIROS, A. N. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes de dietas de cabras leiteiras alimentadas com farelo de mamona

destoxificado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 4., 2009, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: SINCORTE, 2009.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection by farm animals.** Cab international, UK, 532p. 1995.

GARCIA, I. F. F.; PEREZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C. et al. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.2, p.564-72, 2000.

GOMES, F. H. T. **Consumo, comportamento ingestivo e desempenho bioeconômico de ovinos alimentados com rações contendo torta de mamona.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2010. 123p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

HALL, M.B. Management strategies against ruminal acidosis. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 10., 1999, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: 1999. p.104-113.

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** Gainesville: University of Florida, 2000. 25p. (Bulletin, 339).

HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A. et al. Desempenho e digestibilidade aparente em cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.174-182, 2007.

MENEZES, D. R.; COSTA, R. G.; ARAÚJO, G. G. L. et al. Coeficientes de digestibilidade de nutrientes em dietas contendo torta de mamona para ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá, **Anais...** Maringá: SBZ, 2009.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras, SBZ, 1992. p.188-219.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage quality, evaluation, and utilization**. G. C. Fahey, Jr., ed. American Society Agronomy, p.450-493, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed.rev. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p.

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

OLIVEIRA, A. S. **Co-produtos da extração de óleo de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 183p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S. G. de. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, Cap.10, p.287-310, 2006.

PETIT, H. V.; TREMBLAY, G. F. In situ degradability of fresh grass conserved under different harvesting methods. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.4, p.774-781, 1992.

PINHEIRO, R. S. B.; SOBRINHO, A. G. S.; SIQUEIRA, G. R. et al. Amonização do resíduo da produção de sementes de forragem no desempenho e biometria de cordeiros. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 711-720, 2009.

POMPEU, R. C. F. F. **Substituição do farelo de soja pela torta de mamona destoxificada em dietas para ovinos: valor nutritivo e desempenho bioeconômico**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009. 101p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S. et al.. Consumo voluntário de nutrientes em ovinos alimentados com torta de mamona destoxificada em substituição do farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá, **Anais...** Maringá: SBZ, 2009a.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S. et al. Digestibilidade de nutrientes em ovinos confinados e alimentados com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pela torta de mamona destoxificada In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 4., 2009, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: SINCORTE, 2009b.

SAS INSTITUTE. **SAS system for windows**. Version 9.1. Cary: SAS Institute. Inc. 2003. (2 CD-ROMs).

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

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979, 380p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 3562-3577, 1992.

UCHOA, F. C.; NEIVA, J. N. M.; VASCONCELOS, V. R. et al. Avaliação de dietas à base de cama de frango ou uréia na terminação de ovinos em confinamento. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., 2002, Recife-Pe. **Anais...** Recife, SBZ, 2002.

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

VAN SOEST P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VIEIRA, M. M. M. **Desempenho bioeconômico de ovinos alimentados com rações contendo farelo de mamona destoxificado**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009. 85p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; GERON, L. J. V. et al. Substituição do Milho pela Farinha de Varredura de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Rações de Ovinos: Consumo, Digestibilidade, Balanços de Nitrogênio e Energia e Parâmetros Ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.2, p.491-502, 2003.

ZUNDT, M.; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N. et al. Desempenho de Cordeiros Alimentados com Diferentes Níveis Protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1307-1314, 2002.

CAPÍTULO 3

PARÂMETROS RUMINAIS E SANGUÍNEOS EM OVINOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO TORTA DE MAMONA SUBMETIDA A MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESTOXIFICAÇÃO

RESUMO

FURTADO, R. N. **Parâmetros ruminiais e sanguíneos em ovinos alimentados com rações contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação.** Fortaleza:UFC, 2010. 83f. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Brasil.

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência de métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona sobre a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em mg/100 mL, pH do líquido ruminal, assim como os níveis séricos de uréia e creatinina de dietas experimentais isoenergéticas e isoprotéicas. Avaliou-se ainda o efeito das dietas sobre o perfil hematológico de ovinos. Foram utilizados 20 ovinos segundo delineamento em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as dietas e nas sub-parcelas os tempos de coleta (zero, duas, cinco, oito horas pós-prandial) com quatro repetições. Os valores de pH ruminal em decorrência dos tempos e dos tratamentos variaram entre 6,43 e 6,92. A alimentação promoveu queda na concentração de pH do líquido ruminal. O tratamento que recebeu torta de mamona tratada com fosfato monobásico (FOS) apresentou valores de pH superiores aos tratamentos contendo torta de mamona não tratada (NT) e o tratamento contendo torta de mamona tratada com calcário calcítico (CC), sendo que o tratamento que recebeu torta de mamona tratada com uréia (UR) e torta de mamona autoclavada (ACL) obtiveram valores intermediários. As concentrações de N-NH₃ foram influenciadas pelos tempos de coletas, após o fornecimento das rações. Entre os tempos de coleta, o tempo duas horas pós-prandial foi superior aos demais tempos. Entre os tratamentos, observa-se que CC (12,14 mg/100 mL) e UR (11,51 mg/100 mL) apresentaram maiores valores de N-NH₃ em comparação ao NT (9,17 mg/100 mL) e os tratamentos FOS (10,83 mg/100 mL) e ACL (10,39 mg/100 mL) obtiveram valores intermediários. Entre os tratamentos, também não foram observadas diferenças significativas para as médias de concentrações séricas de uréia e creatinina. As concentrações séricas de uréia variaram de 26,08 a 42,45 mg/dL e as concentrações séricas de creatinina variaram de 0,63 a 0,73 mg/dL. Não houve influência dos tratamentos sobre as hemácias, hemoglobina, hematócrito, volume globular médio (VCM), concentração de hemoglobina globular média (CHCM), segmentados, linfócitos e leucócitos, cujos valores médios encontrados foram de 7,72 x10⁶/μl, 10,33 g/dl, 30,65 %, 39,63 μm³, 33,66 %, 44,20 %, 3635,0 /μl, e 7370,0 /μl), respectivamente. Os valores de Eosinófilos apresentaram superioridade para a dieta FOS (3,50%) em relação à dieta CC (0,50%). Houve diferença (P<0,05) para os valores de monócitos entre os tratamentos, com a dieta que recebeu torta de mamona tratada com uréia (UR) apresentando superioridade em relação aos demais. Houve efeito de sexo (P< 0,05) apenas para a variável Neutrófilos Segmentados com valores médios de 49,30 e 39,10 para machos e fêmeas, respectivamente. Todas as variáveis do perfil hematológico encontraram-se dentro da faixa normal para a espécie ovina. Os resultados obtidos demonstram que a inclusão da torta de mamona em dietas para ovinos não afetam de forma significativa os parâmetros ruminiais, sanguíneos e o metabolismo de células vermelhas ou brancas.

Palavras-chave: níveis séricos, ricina, *ricinus communis*, perfil hematológico

ABSTRACT

FURTADO, R. N. **Ruminal parameters and blood in sheep fed with rations containing castor bean cake subjected to alternative methods of detoxification.** Fortaleza:UFC, 2010. 83f. (Dissertation, Master in Animal Science) – Federal University of Ceara, Brazil.

This study was conducted to evaluate the influence of alternative methods of detoxification of castor bean cake on the concentration of ammonia nitrogen (N-NH₃) in mg/100 mL, pH of rumen fluid and levels serum urea and creatinine in diets isocaloric and isonitrogenous. It was also evaluated the effect of diets on hematological profile of sheep. 20 sheep were used in a randomized block design in split plots, having in the parcels the diets and in the sub-parcels the harvest times (zero, two, five, eight hours after-prandial), with four replications. The ruminal pH values due to the times and the treatments varied between 6.43 and 6.92. The ingestion of food promoted the decrease in the concentration of ruminal pH. The treatment it received castor cake treated with phosphate monodicalcium (FOS) had pH values higher than treatments containing castor cake untreated (NT) and the treatment containing castor cake treated with limestone (CC), and the treatment it received castor cake treated with urea (UR) and castor cake autoclaved (ACL) had intermediate values. The concentrations of NH₃-N were influenced by time of collection, after the supply of rations. Among the collection time, the time two hours postprandial was higher than the other times. Among the treatments, it is observed that CC (12.14 mg/100 mL) and UR (11.51 mg/100 mL) had higher values of N-NH₃ as compared to NT (9.17 mg/100 mL) and the FOS treatments (10.83 mg/100 mL) and ACL (10.39 mg/100 mL) had intermediate values. Between treatments, there were also no significant differences of the serum urea and creatinine. Serum concentrations of urea ranged from 26.08 to 42.45 mg / dL and serum creatinine from 0.63 to 0.73 mg / dL. There was no influence of treatments on the red blood cells, hemoglobin, hematocrit, packed cell volume (MCV), hemoglobin concentration globular (MCHC), neutrophils, lymphocytes and leukocytes. With average values of 7.72 x10⁶/μl, 10.33 g/dl, 30.65% 39.63 μm³, 33.66% 44.20%, 3635.0 /μl, and 7370.0 /ul, respectively. The values of Eosinophils presented superior for the FOS diet (3.50%) compared with the CC diet (0.50%). There were differences (P<0.05) for the values of monocytes among the treatments, with the UR treatment presenting superiority over the others. The effect of sex was significant (P <0.05) for the variable segmented neutrophils with average values of 49.30 and 39.10 for males and females, respectively. All variables of the hematological profile were within the normal range for sheep. The results show that the inclusion of castor cake in diets did not significantly affect ruminal parameters, blood and metabolism of red or white cells in sheep.

Keywords: levels serum, ricin, *ricinus communis*, hematologic profile

INTRODUÇÃO

O aproveitamento de subprodutos provenientes da extração do óleo de sementes de mamona para a alimentação de ruminantes surgiu como alternativa de incrementar a competitividade desta cultura no cenário nacional através da agregação de valor aos seus subprodutos. Segundo (TÁVORA, 1982) a torta de mamona pode ser utilizada após destoxificação como concentrado protéico no arraçoamento de animais domésticos, principalmente os ruminantes.

Vários parâmetros podem ser utilizados na busca de se avaliar o valor nutricional da torta de mamona para ruminantes, dentre eles, podemos citar o pH ruminal e as concentrações de amônia. Ambos são ferramentas importantes para o entendimento da eficiência de utilização dos alimentos, pelo fornecimento de informações a respeito dos processos fermentativos (NOLAN, 1993). A amônia ruminal é oriunda do nitrogênio não protéico da dieta, da degradação da proteína verdadeira dietética e da reciclagem via saliva ou difusão pela parede ruminal (VAN SOEST, 1994), sendo absorvida pela célula microbiana por difusão passiva, especialmente na forma de NH_3 (SMITH, 1975).

Além da amônia, o pH é outro fator que deve ser considerado para a análise da função ruminal, pois varia muito com a dieta e influencia a população microbiana. Fatores como nível de consumo, tempo após cada refeição e a natureza da dieta oferecida aos ruminantes tem efeito direto sobre o pH ruminal. Mudanças bruscas no pH ruminal podem cessar a atividade microbiana, assim como níveis de N-NH_3 ruminal baixos podem limitar a fermentação (FRANCO et al., 2004) e conseqüentemente, a produção de ácidos graxos voláteis (AGV).

A amônia no ambiente ruminal quando não é utilizada pelos microrganismos pode ser absorvida pela parede ruminal ou escoada para os próximos segmentos do trato digestório, porém esta segunda via ocorre em menores proporções, sendo portanto menos importante (NOLAN, 1993). Uma vez absorvida pela parede ruminal, a amônia é então transportada ao fígado através da circulação sanguínea, onde entra no ciclo da uréia (SILVA e LEÃO, 1979) e parte desta uréia é excretada na forma de urina (MORRISON e MACKIE, 1996) aumentando os custos de produção animal pela ineficiência de utilização das fontes de proteína. Assim o acompanhamento dos níveis séricos de uréia é importante para o monitoramento das perdas de compostos nitrogenados pelo organismo animal, ou seja, o estudo das frações séricas da uréia e creatinina, por exemplo, dizem respeito à taxa de

degradação das diversas frações nutritivas dos alimentos, principalmente da proteína dietética, visto que a taxa de degradação é diretamente proporcional ao pool de metabólitos circulantes no sangue.

Um importante obstáculo à utilização da torta de mamona na alimentação de ruminantes em substituição a fontes protéicas tradicionais é a presença de ricina, que gera preocupação em relação à sanidade dos animais alimentados com este subproduto. Com o intuito de assegurar qualidade aos produtos destinados ao consumo humano, é importante o conhecimento dos constituintes hematológicos e bioquímicos para que se possa auxiliar a detecção de sintomas de intoxicação por ricina em ovinos.

Objetivou-se, portanto, com o presente trabalho, avaliar a disponibilidade de nitrogênio amoniacal, pH, os níveis séricos uréia e creatinina, bem como, o hemograma (eritrograma e leucograma) em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará - NEEF/DZ/CCA/UFC, em Fortaleza, Ceará, no período de março a abril de 2009.

Foram utilizados vinte ovinos em delineamento em blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 4 repetições que consistiram de ovinos mestiços de Morada Nova, com peso vivo médio em torno de $17 \pm 1,02$ kg e idade média de 7 meses.

Os parâmetros ruminais foram analisados para cada tratamento experimental através de um delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as dietas e nas sub-parcelas os tempos de coleta (zero, 2, 5, 8 h pós-prandial) com quatro repetições.

Os tratamentos consistiram de métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona onde foram utilizados quatro métodos, além de mais um tratamento que representou a testemunha, no qual a torta de mamona não recebeu nenhum tipo de tratamento (NT). Dos métodos utilizados, três métodos eram químicos e um físico, que foram: o uso do calcário calcítico (CC) na proporção de 60 g/kg de torta de mamona; fosfato monobicálcico (FOS) na proporção de 60 g/kg de torta de mamona; uréia (UR) na proporção de 10 g/kg de torta de

mamona e torta de mamona tratada com autoclave (15 psi/60 minutos) (ACL). Essas proporções foram baseadas no trabalho de Anandan et al. (2005).

Foi adotado o nível de 67% de substituição do farelo de soja pela torta de mamona para todos os tratamentos de acordo com Pompeu (2009) e feno de capim tifton-85 utilizado como volumoso. As dietas foram elaboradas na forma de ração total (feno de capim Tifton-85 + concentrado), balanceadas de acordo com as recomendações do NRC (2007), para ovinos em crescimento. A formulação, composição químico-bromatológica da dieta total e da torta de mamona estão descritas no capítulo 2.

Os ovinos utilizados foram pesados no início do experimento e alojados em gaiolas de metabolismo, providas de bebedouro e comedouro. O período de adaptação dos animais às dietas e às gaiolas foi de 14 dias e mais sete dias em que esses animais foram utilizados em ensaios de digestibilidade *in vivo*. No 22º dia, realizou-se a coleta de líquido ruminal por meio de sonda esofágica para as mensurações do pH ruminal e N-NH₃ em quatro tempos pré-estabelecidos (0 h ou antes do fornecimento da dieta, 2, 5 e 8 h pós-prandial). As dietas bem misturadas foram ofertadas neste dia em única vez aos animais às oito horas da manhã. A água estava disponível à vontade. O pH foi medido em potenciômetro imediatamente após a coleta do líquido ruminal, em seguida coletou-se aproximadamente 50 mL de líquido ruminal que foram acidificados em 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 e guardadas a -5°C para futuras análises de N-NH₃, que foram realizadas nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

O nitrogênio amoniacal no líquido ruminal foi determinado por destilação com óxido de magnésio, usando-se ácido bórico com indicador misto de cor como solução receptora (vermelho de metila + verde de bromocresol) e titulando-se com HCl 0,01N.

Para avaliação dos parâmetros sanguíneos foram coletadas amostras de sangue por punção da veia jugular. Em seguida, as amostras foram transportadas em isopor com gelo até o laboratório de Patologia Clínica na Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará. Para a avaliação do perfil hematológico, foram realizadas determinações do eritograma e leucograma, além do volume corpuscular médio (VCM) e da concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre os parâmetros sanguíneos e hematológicos foi realizada análise de variância e teste de média (Tukey) adotando nível de significância de 5%.

As análises estatísticas para os dados de parâmetros ruminais foram feitas mediante o uso do procedimento MIXED do SAS (Statistical Analysis System) sendo realizada a comparação de médias também pelo teste tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação tempo de coleta do líquido ruminal versus dietas experimentais não foi significativa ($P > 0,05$) para os valores de pH do líquido ruminal (Tabela 10). Analisando a variação do pH ruminal em decorrência dos tempos e dos tratamentos foram observados valores entre 6,43 e 6,92. A alimentação promoveu queda na concentração de pH do líquido ruminal. O tratamento FOS apresentou valores de pH maiores que os tratamentos NT e CC, obtendo os demais tratamentos valores intermediários.

Tabela 10 - Valores de pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação em vários horários pós-prandial (CV=35,10)

Tempo	Métodos de destoxificação					Médias
	NT	CC	UR	FOS	ACL	
0	6,60 ^{Ab}	6,69 ^{Aab}	6,71 ^{Aab}	6,92 ^{Aa}	6,77 ^{Aab}	6,74^A
2	6,70 ^{Aab}	6,48 ^{ABb}	6,72 ^{Aab}	6,82 ^{Aa}	6,69 ^{Aab}	6,68^{AB}
5	6,55 ^{Aab}	6,43 ^{Bb}	6,61 ^{Aab}	6,57 ^{Bab}	6,70 ^{Aa}	6,57^B
8	6,48 ^{Aa}	6,64 ^{ABa}	6,63 ^{Aa}	6,56 ^{Ba}	6,66 ^{Aa}	6,59^B
Médias	6,58^{bc}	6,56^c	6,67^{abc}	6,72^a	6,70^{ab}	

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam semelhança estatística a 5% (tukey).

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística a 5% (tukey)

NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada.

Segundo Church (1988), valores mais baixos de pH do líquido ruminal são alcançados de 2 a 6 horas após a alimentação, sendo dependente do tipo de dieta e da velocidade de ingestão. Todos os valores de pH estão dentro das recomendações de Hobson e Stewart (1997), ou seja, entre seis e sete. Estes autores comentaram que o pH compreendido entre seis e sete permite a presença de todos os componentes da biomassa microbiana do rúmen, sejam bactérias, principalmente as celulolíticas, protozoários ou fungos. Portanto, um tratamento que apresente valores de pH mais próximos de sete serão mais vantajosos em termos de efetiva atividade microbiana ruminal (ROGÉRIO, 2005).

Na Tabela 11 a interação tempo de coleta versus dietas experimentais não foi significativa ($P>0,05$). As concentrações de $N-NH_3$ foram influenciadas pelos tempos de coletas, após o fornecimento das rações, valores estes, já esperados devido ao metabolismo dos microrganismos ruminais após ingestão do alimento. Entre os tempos de coleta, o tempo duas horas pós-prandial foi superior aos demais tempos. Entre os tratamentos, observa-se que CC e UR apresentaram maiores valores de $N-NH_3$ que NT e os tratamentos FOS e ACL obtiveram valores intermediários. Provavelmente o tratamento NT (9,17) apresentou taxa de degradação protéica menor principalmente em relação ao tratamento CC (12,14). Valores semelhantes aos apresentados nesta pesquisa foram observados por Grande (2007) que trabalhando com sementes de oleaginosas na alimentação de caprinos obteve concentrações médias de $N-NH_3$ de 13,69 mg/100 mL quando utilizou semente de linhaça na ração, 14,42 mg/100 mL para o tratamento com semente de girassol e 13,08 mg/100 mL com semente de canola.

Tabela 11 - Valores de $N-NH_3$ do líquido ruminal de ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação em vários horários pós-prandial ($CV=2,99$)

Tempo	Métodos de destoxificação					<i>Médias</i>
	NT	CC	UR	FOS	ACL	
0	6,39 ^B	9,36 ^B	9,71 ^B	7,26 ^B	9,10 ^B	8,37^B
2	12,51 ^{Ab}	16,80 ^{Aa}	15,92 ^{Aab}	14,26 ^{Aab}	14,09 ^{Aab}	14,72^A
5	8,84 ^{AB}	11,99 ^B	9,71 ^B	11,55 ^{AC}	9,71 ^B	10,36^B
8	8,93 ^{AB}	10,41 ^B	10,68 ^B	10,24 ^{BC}	8,66 ^B	9,78^B
Médias	9,17^b	12,14^a	11,51^a	10,83^{ab}	10,39^{ab}	

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam semelhança estatística a 5% (tukey).

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística a 5% (tukey).

NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada.

Os valores de $N-NH_3$ estiveram sempre abaixo das concentrações consideradas ótimas (23,5 mg/100 mL) para que se obtivesse a máxima fermentação ruminal (MEHREZ et al. 1977). Fernandes et al (2005) obtiveram maior concentração ruminal de nitrogênio amoniacal nas dietas que continham maiores teores de proteína bruta na matéria seca, provavelmente devido ao maior consumo de proteína bruta pelos animais submetidos a esses tratamentos.

As concentrações médias de $N-NH_3$ foram inferiores as observadas por Barreto (2008), utilizando torta de macaúba na alimentação de caprinos, que verificaram valores variando de 23,0 a 38,0 mg/100mL de líquido ruminal. De acordo com Guimarães et al. (2001), a degradabilidade ruminal da proteína dietética leva à conversão da mesma até amônia. Quanto maior for a degradabilidade da proteína da dieta, maior será a produção de amônia ruminal.

Na Figura 2 observa-se que o pico de nitrogênio amoniacal foi obtido duas horas após alimentação. Neste Tempo o tratamento CC foi o que apresentou maior pico de produção de $N-NH_3$ no líquido ruminal, seguido pelo tratamento UR e, depois, o tratamento FOS e ACL.

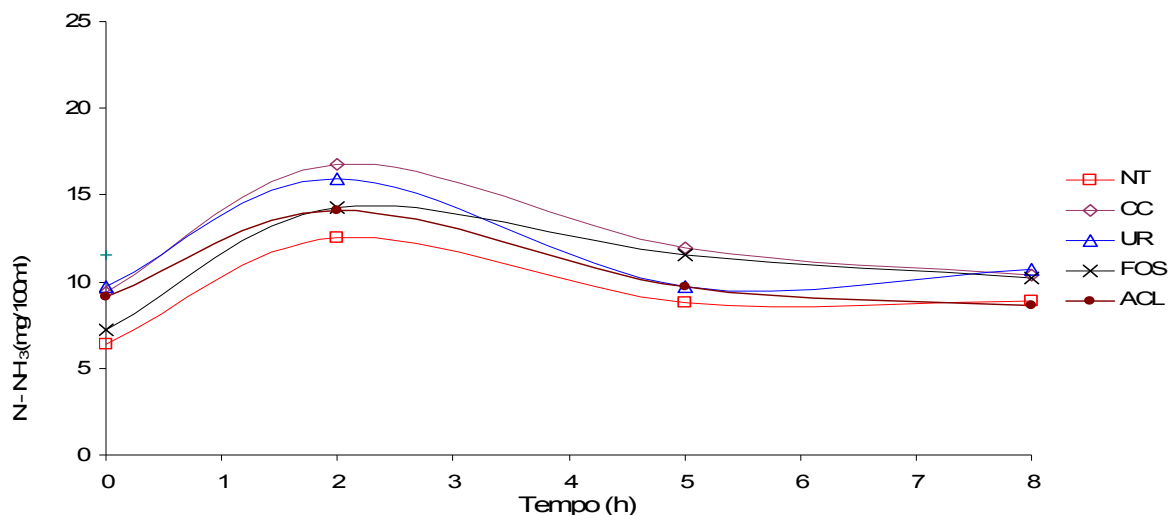


Figura 2 - Concentração de nitrogênio amoniacal em função do tempo de coleta do líquido ruminal

Zeoula et al (1999) testando fontes de amido e proteína de baixa e alta degradabilidade obtiveram maiores concentrações de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) no líquido ruminal, a partir do tempo duas horas, principalmente para as fontes de nitrogênio de alta degradabilidade ruminal (uréia + farelo de canola). Erdman (1986) sugeriu que as concentrações ruminais de $N-NH_3$, necessárias para a digestão máxima são constantes, entretanto, seus valores variam com o grau de fermentabilidade dos alimentos.

Pode-se observar que não houve ($P>0,05$) diferença significativa entre os valores médios de uréia plasmática entre os cinco tratamentos (Tabela 12). As concentrações séricas de uréia variaram de 26,08 a 42,45 mg/dL, situados na faixa considerada ideal para ovinos que

é de 24,0 até 50,0 mg/dL (GONZALEZ et al., 2000 e MENEZES et al., 2006). As concentrações séricas de uréia dão um indicio da disponibilização protéica ruminal e fornecimento adequado de proteína na dieta. Valores abaixo do normal podem indicar deficiência na alimentação ou estados patológicos, e acima do normal também podem indicar estados patológicos, mas também, indicam baixa eficiência no uso da amônia disponibilizada no rúmen por uma possível falta de energia fermentável (MEYER et al., 1995 e RODRÍGUEZ, 1986). A uréia é sintetizada pelo fígado a partir do N-NH₃, o qual é produzido durante o catabolismo das proteínas no rúmen. O organismo animal gasta energia para metabolizar o N-NH₃ em uréia, a fim de evitar a sua toxicidez (SWENSON e REECE, 1996).

Tabela 12 - Concentração de uréia e creatinina (mg/dL) no soro de ovinos consumindo dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação

Variáveis	Métodos de destoxificação					Coeficiente de variação (%)
	NT	CC	UR	FOS	ACL	
Uréia (mg/dL)	31,00	33,03	26,08	42,45	28,58	37,69
Creatinina (mg/dL)	0,63	0,70	0,73	0,70	0,63	12,39

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam semelhança estatística a 5% (tukey).

NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada.

Menezes et al. (2009) trabalhando com torta de mamona destoxificada com cal de construção civil em substituição parcial ao farelo de soja em dietas para ovinos encontraram teores de uréia no soro superiores ao desta pesquisa com valores variando de 59,22 a 85,74 mg/dL. Os autores atribuíram este fato, em parte, pela alta participação do concentrado nas dietas (60%), que pode ter elevado a percentagem de compostos nitrogenados sistemicamente. Além disso, as dietas utilizadas pelos autores apresentaram teores de proteína bruta médio de 20,5% com base na matéria seca, bem acima da proteína bruta das dietas da presente pesquisa (11,42 a 11,89 %). Concordando com esta afirmativa, Rennó et al. (2000) trabalhando com novilhos de corte concluíram que a concentração plasmática de uréia aumentou linearmente com o aumento das porcentagens de proteína bruta das dietas. Em contrapartida, Berglund e Oltner (1983) trabalhando com bovinos com idade entre 3 e 24 meses, comentam que a idade e condições individuais dos animais são fatores que influenciam mais significativamente os valores séricos de uréia e creatinina que os referentes à dieta e raça.

As concentrações de creatinina não foram afetadas ($P > 0,05$) pelos tratamentos experimentais. As concentrações séricas de creatinina variaram de 0,63 a 0,73 mg/dL, situados

abaixo da faixa considerada ideal para ovinos que é de 1,2 até 1,9 mg/dL (MEYER et al., 1995), indicando uma deficiência no que diz respeito a esse parâmetro fisiológico.

A creatinina sérica é uma substância nitrogenada não proteica, formada a partir do metabolismo muscular da creatina e da fosfocreatina, não sendo influenciada na sua formação, nem pela dieta nem pelo catabolismo protéico, por isso não sofreriam influência dos fatores etários ou sexuais (GREGORY et al., 2004).

A excreção de creatinina só se realiza por via renal, uma vez que ela não é reabsorvida nem reaproveitada pelo organismo. Por isso os níveis de creatinina plasmática refletem a taxa de filtração renal, de forma que níveis altos de creatinina indicam uma deficiência na funcionalidade renal (GONZALEZ e SILVA, 2006).

Conforme pode ser observado na Tabela 13, não houve influência ($P>0,05$) dos tratamentos sobre as variáveis hemácias, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), cujos valores médios encontrados foram de $7,72 \times 10^6/\mu\text{l}$, 10,33 g/dL, 30,65%, $39,63 \mu\text{m}^3$, 33,66 %, respectivamente.

Tabela 13 - Eritrograma em ovinos consumindo dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação

Variáveis	Métodos de destoxificação					Sexo		Coeficiente de variação (%)
	NT	CC	UR	FOS	ACL	Macho	Fêmea	
Hemácias ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	7,70	7,65	7,90	7,60	7,73	7,59	7,84	6,58
Hemoglobina (g/dl)	10,48	10,18	10,75	10,08	10,15	10,17	10,48	6,13
Hematócrito (%)	31,00	30,25	32,00	29,75	30,25	30,10	31,20	6,30
VCM (μm^3)	40,23	39,53	40,18	39,10	39,10	39,49	39,76	2,40
CHCM (%)	33,78	33,60	33,55	33,83	33,53	33,75	33,56	1,57

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas distintas entre os métodos de destoxificação diferem entre si ($P<0,05$), pelo teste de Tukey.

Médias na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas entre os sexos, diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada.

Valores de hemácias superiores aos da presente pesquisa foram observados por Souza et al. (2009) que avaliaram os efeitos do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça Saanen em sistema de confinamento, obtendo contagem global de hemácias média de $11,97 \times 10^6/\mu\text{l}$. Os mesmos autores verificaram valores

médios de hemoglobina e hematócrito de 10,33 g/dL e 29,45 %, respectivamente, muito próximos aos observados neste experimento. Segundo Feldman et al. (2000) os valores normais de hemácias, hemoglobina, hematócrito, VCM e CHCM em ovinos variam de 9,0 a 15,0 x10⁶/μl, 9,0 a 15,0 g/dL e 27,0 a 45,0 %, 28,0 a 40,0 μm³ e 31 a 34 % respectivamente, estando estes valores de acordo com os observados neste experimento. Também não houve efeito de sexo (P>0,05) para nenhuma das variáveis analisadas no eritrograma.

Conforme pode ser observado na Tabela 14, não houve influência (P>0,05) dos tratamentos sobre as variáveis neutrófilos segmentados, linfócitos e leucócitos, cujos valores médios encontrados foram de 44,20 %, 3635,0 /μl, e 7370,0 /μl, respectivamente. Estes valores estão de acordo com os valores normais para a espécie ovina que segundo Feldman et al. (2000) variam de 10 a 50 %, 2000,0 a 9000,0 /μl e 4000,0 a 12000,0 /μl para neutrófilos segmentados, linfócitos e leucócitos, respectivamente.

Tabela 14 - Leucograma em ovinos consumindo dietas contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação

Variáveis	Métodos de destoxificação					Sexo		Coeficiente de variação (%)
	NT	CC	UR	FOS	ACL	Macho	Fêmea	
Segmentados (%)	47,75	40,00	43,50	46,75	43,00	49,30 ^A	39,10 ^B	19,54
Eosinófilos (%)	2,00 ^{ab}	0,50 ^b	1,75 ^{ab}	3,50 ^a	2,25 ^{ab}	1,20	2,80	91,32
Linfócitos (n/μl)	4239,3	3887,8	3163,5	3020,3	3861,8	3007,9	4261,1	37,52
Monócitos (n/μl)	196,75 ^b	268,25 ^b	705,25 ^a	262,00 ^b	294,50 ^b	268,00	422,70	60,79
Leucócitos (n/μl)	8675,0	6925,0	7025,0	6675,0	7550,0	6890,0	7850,0	30,14

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas distintas entre os métodos de destoxificação diferem entre si (P<0,05), pelo teste de Tukey.

Médias na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas entre os sexos, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

NT = dieta com torta de mamona não tratada; CC = dieta com torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR = dieta com torta de mamona tratada com uréia; FOS = dieta com torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL = dieta com torta de mamona autoclavada.

Os valores de eosinófilos apresentaram superioridade para a dieta FOS (3,50 %) em relação à dieta CC (0,50%). Os tratamentos NT, UR e ACL obtiveram valores intermediários (2,00; 1,75 e 2,25% respectivamente) e foram semelhantes entre si e aos demais. Entretanto todos os tratamentos apresentaram valores dentro da faixa considerada normal para a espécie ovina variando de 0,0 a 10,0% (FELDMAN et al., 2000). Santos et al. (2009) avaliando o hemograma completo (série branca e vermelha), de cabras leiteiras

alimentadas com níveis crescentes de casca de mamona verificaram valor médio de eosinófilos de 1,14%. Houve diferença ($P < 0,05$) para os valores de monócitos entre os tratamentos, com o tratamento UR apresentando superioridade em relação aos demais. Entretanto todos os tratamentos apresentaram valores dentro da faixa considerada normal para a espécie ovina que varia de 0,0 a 750,0 / μ l (FELDMAN et al., 2000).

Houve efeito de sexo ($P < 0,05$) apenas para a variável neutrófilos segmentados com valores médios de 49,30 e 39,10 para machos e fêmeas, respectivamente. Para as demais variáveis do leucograma não observou-se diferença ($P > 0,05$) entre machos e fêmeas, entretanto, estes resultados devem ser analisados com cautela pois estas variáveis apresentaram altos coeficientes de variação (conforme se observa na Tabela 13).

O perfil hematológico mostrou que as hemácias apresentaram-se morfológicamente normais e os leucócitos também não apresentam alterações morfológicas, permitindo inferir que a quantidade ingerida de ricina presente na torta de mamona não promoveu alterações na síntese de células vermelhas nem tampouco sobre a resposta imunológica mediada pelas células da série branca. Adicionalmente, níveis normais de eosinófilos também indicam ausência de processos alérgicos, também atribuídos à mamona.

Com base em dados da literatura, durante todo o período experimental esperou-se a ocorrência de sintomas clínicos de intoxicação por ricina nos animais recebendo dietas contendo aproximadamente 8% de torta de mamona, o que neste experimento correspondeu ao fornecimento médio de 4,46g de torta de mamona para cada quilograma de peso corporal. Na literatura existe controvérsia quanto à dose letal para a ingestão de sementes de mamona por ovinos. Ingestão de 2,5g/kg de peso corporal por ovinos com peso corporal entre 32 a 42kg, com quadro de diarreia acentuada e mortes com menos de três dias após a ingestão foi descrita por Armien et al. (1996). Já Weiss (1971) citado por Távora (1982) afirmou que a ingestão de 1,2g de semente para cada quilograma de peso corporal é reconhecidamente letal para ovinos. Se considerarmos que durante o processo de extração do óleo da semente de mamona o rendimento da torta de mamona seja de aproximadamente 55% (AZEVEDO e LIMA, 2001) e que a ricina é insolúvel no óleo, estima-se uma oferta média de 8,1g de semente de mamona para cada quilograma de peso corporal, muito acima dos valores considerados tóxicos para ovinos. Oliveira (2008) comentou que embora não existam comprovações, é possível que as moléculas de ricina sejam quebradas por proteases microbianas ruminais inativando sua ação, pois somente a molécula intacta (frações A e B ligadas) inibe a síntese protéica em células eucarióticas (AUDI et al., 2005).

CONCLUSÕES

A utilização de torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação em dietas para ovinos apresenta valores adequados de nitrogênio amoniacal e pH ao longo do período de fermentação. Com exceção dos valores séricos de creatinina que foram inferiores aos considerados normais para a espécie ovina, os demais valores obtidos na análise dos parâmetros séricos e hemograma dos ovinos encontram-se dentro dos valores de referência para a espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ARMIÉN, A.G.; D'ANGELIS, F.H.F.; TOKARNIA, C.H. Intoxicação experimental pelas sementes de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.16, n.4, p.99-106, 1996.

AUDI, J.; BELSON, M.; PATEL, M. et al. Ricin poisoning: A comprehensive review. **The Journal of the American Medical Association**, v.294, n.9, p.2342-2351, 2005.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 350 p. il.

BARRETO, S. M. P. **Avaliação dos níveis de inclusão da torta de macaúba [*acrocomia aculeata* (jacq.) Lodd. Ex mart.] na alimentação de caprinos**. Montes Claro: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Motes Claro, 2008.

BERGLUND, B.; OLTNER, R. Blood levels of leukocytes, glucose, urea, creatinine, calcium, inorganic phosphorus and magnesium in dairy heifers from three months of age to calving. **Zentralbl. Veterinarmed.**, v.30, n.1, p.59-71, 1983.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Prentice Hall: New Jersey, 1988. 564p.

ERDMAN, R. A., PROCTOR, G. H., VANDERSALL. Effect of rumen ammonia concentration on in situ rate and extent of digestion of feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2312, 1986.

FELDMAN, B. F.; ZINKL, J. G.; JAIN, C. N. **Schalm's veterinary hematology**. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.1344p.

FERNANDES, M. H. M. R.; SUSIN, I.; PIRES, A. V. et al. Metabolismo ruminal e digestibilidade de dietas com alta proporção de concentrado e diferentes teores protéicos para ovinos. **ARS Veterinária**, v. 21, n. 1, p.077-085, 2005.

FRANCO, A. V. M.; FRANCO, G. L.; ANDRADE, P. Parâmetros Ruminais e Desaparecimento da MS, PB e FDN da Forragem em Bovinos Suplementados em Pastagem na Estação Seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1316-1324, 2004.

GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H. O. et al. **Perfil metabólico em ruminantes : seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Biblioteca Setorial da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 108p.

GRANDE, P. A. **Desempenho e características quantitativas de carcaça e qualitativas do músculo *longissimus dorsi* de cabritos confinados, recebendo rações com sementes de oleaginosas**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2007. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

GONZÁLEZ F.H.D.; SILVA S.C. **Introdução à Bioquímica Veterinária**. 2 ed. Editora da UFRGS, Porto Alegre. 2006, 358 p.

GREGORY, L.; BIRGEL JUNIOR, E. H.; D'ANGELINO, J. L. et al. Valores de referência dos teores séricos da ureia e creatinina em bovinos da raça jersey criados no estado de são

paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, n.3, p.339-345, 2004.

GUIMARÃES, K. C.; BRANCO, A. F.; ZEOULA, L. M. et al. Efeito do Período Experimental sobre a Fermentação Ruminal e Eficiência de Síntese Microbiana em Bovinos Alimentados com Dois Níveis de Volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p.880-887, 2001.

HOBSON, P. N., STEWART, C. S. **The rumen microbial ecosystem**. 1ed. London: Blackie Academic and Professional. 1997. 340p.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rate of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.

MENEZES, D. R.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, R. L. et al. Balanço de nitrogênio e medida do teor de uréia no soro e na urina como monitores metabólicos de dietas contendo resíduo de uva de vitivinícolas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 7, n.2, p.169-175, 2006.

MENEZES, D. R.; COSTA, R. G.; ARAÚJO, G. G. L. et al. Avaliação de dietas com substituição parcial do farelo de soja por torta de mamona por meio do teor de uréia no soro de ovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SN PA, 2009.

MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J. Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico; **Tradução e revisão científica Paulo Marcos Oliveira**. São Paulo: Roca, 1995. 302p.

MORRISON, M. E.; MACKIE, R. I. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Australian Journal of Agricultural Research**., v. 47, n. 2, p. 227-246. 1996.

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

NOLAN, J. V. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Australian Journal of Agricultural Research.** v.47, n.2, p.227-246. 1993.

OLIVEIRA, A. S. **Co-produtos da extração de óleo de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 183p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

POMPEU, R. C. F. F. **Substituição do farelo de soja pela torta de mamona destoxificada em dietas para ovinos: valor nutritivo e desempenho bioeconômico.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009. 101p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

RENNÓ, N. L.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; et al. Concentração plasmática de uréia e excreção de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000.

ROGÉRIO, M. C. P. **Valor nutritivo de subprodutos de frutas para ovinos.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 183p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

RODRÍGUEZ, N. M. Importância da degradabilidade da proteína no rúmen para a formulação de rações para ruminantes. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, v.1, p.27-45, 1986.

SANTOS, S. F.; BOMFIM, M. A. D.; CÂNDIDO, M. J. D. et al. Efeito da inclusão de casca de mamona na dieta de cabras leiteiras sobre o perfil hematológico. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 4., 2009, João Pessoa. Anais... João Pessoa: SINCORTE, 2009.

SAS INSTITUTE. **SAS system for windows**. Version 9.1. Cary: SAS Institute. Inc. 2003. (2 CD-ROMs).

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979, 380p.

SMITH, R. H. Nitrogen metabolism in the rumen and composition and nutritive value of nitrogen compounds entering the duodenum. In: McDONALD, I.W. E WARNER, A.C.I. Ed. **Digestion and metabolism in the ruminant**, p. 399-415. University of New England, Australia, 1975.

SOUZA, B. B.; NETO, F. L. S.; PORTO, M. L. et al. Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça saanen em confinamento no sertão paraibano. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 4., 2009, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa. SINCORTE, 2009.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes / Fisiologia dos animais**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, 856p.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), 1982. 111p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd edition. Cornell University press. United States of America. 1994. 476p.

ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; CECATO, U. Valor Nutritivo de rações compostas de fonte de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1159-1167, 1999.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do confinamento para produção de carne ovina já se tornou realidade no agronegócio nacional. Esse novo cenário cria oportunidades para a utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes.

Com a expansão da produção de biocombustíveis, a torta de mamona ganha destaque por ser o principal subproduto da extração do óleo de sementes de mamona e essa cultura é a mais indicada para produção de biodiesel na região Nordeste.

Apesar da literatura mencionar intoxicação de animais consumindo sementes de mamona, nas condições em que foi realizado o presente trabalho, onde os animais receberam torta de mamona sob diferentes tratamentos, mas com ricina residual presente em todos eles, não se observou nenhum efeito dos tratamentos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes em ovinos. O balanço de nitrogênio foi satisfatório, tendo ocasionado melhor retenção de nitrogênio nos tratamentos onde os animais receberam torta de mamona tratada com calcário calcítico e torta de mamona autoclavada.

A concentração de amônia ($N-NH_3$) e o pH no ambiente ruminal são parâmetros importantes para a avaliação do valor nutricional em dietas para ruminantes. Os tratamentos utilizados para a destoxificação da torta de mamona elevaram as concentrações de nitrogênio amoniacal no rúmen quando comparado à dieta que recebeu torta de mamona sem nenhum tratamento. Os valores de pH mantiveram-se dentro da faixa adequada de 6,0 a 7,0 em todos os tratamentos.

A avaliação do perfil hematológico não evidenciou nenhuma alteração na síntese de células vermelhas nem tampouco sobre a resposta imunológica mediada pelas células da série branca, estando todos os valores dentro da faixa considerada normal para a espécie ovina. Adicionalmente, foram observados níveis normais de eosinófilos que indicam ausência de processos alérgicos, também atribuídos à mamona.

Feitas essas colocações, propõe-se que por não se observar nenhuma restrição nutricional ou hematológica referente à contaminação por ricina, recomenda-se à utilização da torta de mamona não tratada como parte dos ingredientes nas dietas de ovinos, pois os tratamentos de destoxificação da torta de mamona oneram os custos devido à aquisição ou aluguel de autoclave, aquisição dos agentes químicos e utilização de mão-de-obra adicional empregada nesses processos e não imprimem resultados significativamente superiores.

ANEXOS

ANEXO
Correlações de Pearson existentes entre os principais aspectos estudados no Capítulo II

	cmsg	cmspv	cmsutm	cmog	cmopv	cmoutm	cpbg	cpbpv	cpbutm	cfidng	cfidnpv	cfidnutm	cfidag	cfidapv
cmsg	1.0000													
cmspv	0.9427	1.0000												
cmsutm	0.9727	0.9944	1.0000											
cmog	0.9998	0.9441	0.9736	1.0000										
cmopv	0.9375	0.9995	0.9925	0.9395	1.0000									
cmoutm	0.9706	0.9947	0.9997	0.9721	0.9936	1.0000								
cpbg	0.9789	0.9098	0.9425	0.9785	0.9038	0.9403	1.0000							
cpbpv	0.9143	0.9568	0.9544	0.9150	0.9546	0.9540	0.9405	1.0000						
cpbutm	0.9457	0.9557	0.9637	0.9464	0.9529	0.9632	0.9707	0.9936	1.0000					
cfidng	0.9545	0.9321	0.9519	0.9562	0.9310	0.9523	0.8885	0.8397	0.8661	1.0000				
cfidapv	0.8315	0.9224	0.9066	0.8351	0.9268	0.9098	0.7420	0.7978	0.7931	0.9377	1.0000			
cfidnutm	0.8809	0.9370	0.9323	0.8839	0.9399	0.9348	0.7977	0.8211	0.8261	0.9701	0.9939	1.0000		
cfidag	0.9652	0.9427	0.9623	0.9655	0.9398	0.9611	0.9066	0.8613	0.8863	0.9930	0.9253	0.9589	1.0000	
cfidapv	0.8531	0.9405	0.9256	0.8552	0.9431	0.9271	0.7715	0.8273	0.8224	0.9383	0.9908	0.9873	0.9416	1.0000
cfidautm	0.8989	0.9536	0.9491	0.9003	0.9544	0.9497	0.8244	0.8506	0.8545	0.9665	0.9823	0.9903	0.9717	0.9942
chemg	0.9345	0.9123	0.9322	0.9373	0.9127	0.9339	0.8627	0.8115	0.8387	0.9947	0.9378	0.9689	0.9758	0.9249
chempv	0.8034	0.8928	0.8774	0.8083	0.8991	0.8823	0.7096	0.7612	0.7582	0.9252	0.9920	0.9849	0.8984	0.9664
chemutm	0.8519	0.9082	0.9034	0.8563	0.9128	0.9074	0.7624	0.7830	0.7890	0.9581	0.9885	0.9928	0.9328	0.9659
ceelig	0.9514	0.9247	0.9458	0.9521	0.9223	0.9450	0.8755	0.8201	0.8471	0.9943	0.9280	0.9612	0.9927	0.9345
ceelpv	0.8473	0.9216	0.9109	0.8493	0.9237	0.9122	0.7474	0.7843	0.7836	0.9454	0.9906	0.9895	0.9404	0.9898
ceelutm	0.8869	0.9314	0.9303	0.8887	0.9324	0.9312	0.7926	0.8016	0.8095	0.9704	0.9824	0.9916	0.9655	0.9830
ceeg	0.9634	0.9044	0.9348	0.9658	0.9028	0.9362	0.9630	0.9015	0.9353	0.9020	0.7746	0.8245	0.9046	0.7865
ceepv	0.8030	0.9059	0.8854	0.8078	0.9114	0.8904	0.7748	0.8640	0.8548	0.8065	0.8490	0.8456	0.8087	0.8558
ceeutm	0.9132	0.9338	0.9394	0.9174	0.9366	0.9435	0.9111	0.9288	0.9405	0.8709	0.8213	0.8472	0.8713	0.8281
cefg	0.9992	0.9458	0.9747	0.9994	0.9414	0.9732	0.9710	0.9071	0.9384	0.9634	0.8468	0.8944	0.9715	0.8657
cefpv	0.9348	0.9982	0.9908	0.9367	0.9987	0.9919	0.8911	0.9395	0.9382	0.9392	0.9400	0.9516	0.9463	0.9542
cecutm	0.9682	0.9943	0.9987	0.9697	0.9933	0.9990	0.9290	0.9413	0.9507	0.9597	0.9223	0.9458	0.9671	0.9381
ccnfg	0.9468	0.8585	0.8961	0.9444	0.8492	0.8914	0.9673	0.8897	0.9235	0.8099	0.6353	0.6975	0.8391	0.6782
ccnfpv	0.8809	0.8894	0.8963	0.8792	0.8830	0.8929	0.9061	0.9296	0.9337	0.7380	0.6491	0.6837	0.7750	0.6978
ccnftm	0.9137	0.8914	0.9082	0.9118	0.8840	0.9044	0.9382	0.9301	0.9435	0.7719	0.6547	0.6986	0.8066	0.7017

Obs.: Valores em preto apresentam correlação significativa ($P < 0,05$);
Valores em azul apresentam correlação não significativa ($P > 0,05$).

ANEXO
Correlações de Pearson existentes entre os principais aspectos estudados no Capítulo II

dms	-0.4325	emsq	-0.3020	emspv	-0.3477	emog	-0.4352	emopv	-0.3486	emoutm	epbg	epbvp	epbutm	efdag	efdntm	efdapv	efdapv	
dmo	-0.4577	-0.3464	-0.3866	-0.4600	-0.3447	-0.3871	-0.4706	-0.3408	-0.3977	-0.3489	-0.3622	-0.3016	-0.3622	-0.3489	-0.2383	-0.1857	-0.1889	
dpb	-0.3451	-0.2194	-0.2634	-0.3510	-0.2224	-0.2682	-0.3017	-0.1345	-0.1988	-0.3469	-0.1988	-0.3408	-0.1988	-0.3469	-0.2963	-0.2493	-0.2520	
dfdn	-0.2660	-0.1400	-0.1792	-0.2608	-0.1275	-0.1715	-0.3491	-0.2532	-0.2859	-0.4429	-0.2859	-0.2532	-0.2859	-0.3469	0.0959	0.1530	-0.1957	
dfda	-0.1688	-0.0058	-0.0553	-0.1665	0.0044	-0.0506	-0.2598	-0.1271	-0.1701	0.0295	-0.1701	-0.1271	-0.1701	-0.0988	0.1817	0.0057	0.0737	
dhem	-0.3121	-0.2403	-0.2639	-0.3054	-0.2282	-0.2551	-0.3710	-0.3228	-0.3412	-0.1072	-0.3412	-0.3228	-0.3412	-0.1794	-0.0043	-0.1794	-0.0552	
dcel	-0.3441	-0.2602	-0.2877	-0.3402	-0.2491	-0.2813	-0.3984	-0.3391	-0.3590	-0.1705	-0.3590	-0.3391	-0.3590	-0.1926	-0.0652	-0.1926	-0.0603	
dec	-0.1676	-0.1891	-0.1880	-0.1732	-0.1983	-0.1936	-0.0257	0.0201	0.0014	-0.3339	0.0014	0.0201	0.0014	-0.2854	-0.3834	-0.2854	-0.3536	
det	-0.4561	-0.3517	-0.3894	-0.4575	-0.3488	-0.3890	-0.4838	-0.3683	-0.4208	-0.3747	-0.4208	-0.3683	-0.4208	-0.3682	-0.2789	-0.3682	-0.2421	
denf	-0.2710	-0.2339	-0.2504	-0.2779	-0.2410	-0.2572	-0.2817	-0.2211	-0.2601	-0.2874	-0.2601	-0.2211	-0.2601	-0.2321	-0.2623	-0.2321	-0.1909	
endt	0.9849	0.9480	0.9715	0.9848	0.9437	0.9700	0.9599	0.9182	0.9407	0.9500	0.9407	0.9182	0.9407	0.9631	0.8917	0.9631	0.8700	
ndt	-0.4830	-0.3663	-0.4082	-0.4831	-0.3614	-0.4059	-0.4861	-0.3492	-0.4062	-0.4193	-0.4062	-0.3492	-0.4062	-0.4104	-0.3199	-0.4104	-0.2795	
cfdautm	1.0000	chemg	0.9511	chempv	0.9562	chemutm	0.9664	ccelg	0.9640	ccelpv	0.9867	ceeg	0.8328	cecutm	0.8519	cectm	0.9590	ccnfig
chemg	0.9511	1.0000	0.9380	0.9380	0.9692	0.9692	0.9844	0.9844	0.9844	0.9390	0.9636	0.8895	0.8513	0.8607	0.9454	0.9225	0.9425	0.7753
chempv	0.9562	0.9380	1.0000	0.9942	0.9942	1.0000	0.9438	0.9438	0.9438	0.9737	0.9737	0.7557	0.8208	0.8208	0.9135	0.8958	0.5917	0.5917
chemutm	0.9664	0.9692	0.9942	1.0000	0.9438	0.9438	1.0000	0.9438	0.9438	0.9763	0.9763	0.8047	0.8275	0.8275	0.9263	0.9198	0.6521	0.6521
ccelg	0.9640	0.9844	0.9090	0.9438	1.0000	0.9495	0.9495	1.0000	0.9495	0.9951	0.9951	0.8942	0.8010	0.8010	0.9329	0.9543	0.8147	0.8147
ccelpv	0.9867	0.9390	0.9737	0.9763	0.9495	1.0000	0.9951	0.9951	1.0000	0.9951	0.9951	0.7812	0.8391	0.8391	0.9393	0.9268	0.6640	0.6640
ccelutm	0.9896	0.9636	0.9656	0.9779	0.9751	0.9951	1.0000	0.9951	1.0000	0.9951	1.0000	0.8253	0.8394	0.8394	0.9468	0.9443	0.7146	0.7146
ceeg	0.8328	0.8895	0.7557	0.8047	0.8942	0.7812	0.8253	0.8253	0.8253	0.8253	0.8253	1.0000	0.8575	0.8575	0.8934	0.9275	0.9224	0.9224
ceepv	0.8513	0.7954	0.8275	0.8275	0.8010	0.8391	0.8394	0.8394	0.8394	0.8394	0.8394	0.8575	1.0000	0.8071	0.9066	0.9066	0.7101	0.7101
cecutm	0.8519	0.8607	0.8041	0.8301	0.8585	0.8134	0.8380	0.8380	0.8380	0.8380	0.8380	0.9693	0.9693	0.9121	0.9261	0.9261	0.8544	0.8544
cctg	0.9094	0.9454	0.8208	0.8677	0.9607	0.8625	0.9007	0.9007	0.9007	0.9007	0.9007	0.9603	0.9603	0.9121	0.9403	0.9403	0.9371	0.9371
cctpv	0.9640	0.9225	0.9135	0.9263	0.9329	0.9393	0.9468	0.9468	0.9468	0.9468	0.9468	0.8934	0.8934	1.0000	0.9938	0.9938	0.8371	0.8371
cctutm	0.9590	0.9425	0.8958	0.9198	0.9543	0.9268	0.9443	0.9443	0.9443	0.9443	0.9443	0.9275	0.8866	0.9343	0.9938	1.0000	0.8806	0.8806
ccnfig	0.7377	0.7753	0.5917	0.6521	0.8147	0.6640	0.7146	0.7146	0.7146	0.7146	0.7146	0.9224	0.8866	0.9371	0.8371	0.8806	1.0000	1.0000
ccnfpv	0.7321	0.6975	0.5973	0.6316	0.7432	0.6682	0.6960	0.6960	0.6960	0.6960	0.6960	0.8614	0.7835	0.8627	0.8714	0.8685	0.8806	0.8806
ccnfutm	0.7446	0.7331	0.6053	0.6483	0.7765	0.6765	0.7118	0.7118	0.7118	0.7118	0.7118	0.8923	0.7702	0.8715	0.8700	0.8700	0.8923	0.8923

Obs.: Valores em preto apresentam correlação significativa ($P < 0,05$);
Valores em azul apresentam correlação não significativa ($P > 0,05$).

ANEXO
Correlações de Pearson existentes entre os principais aspectos estudados no Capítulo II

	Nc	Nf	Nu	BN	Nf/Nc	Nu/Nc	Nr/Nc	CEB	CED	CEM	BE
Nc	1.0000	0.9122	0.2970	0.7434	0.3020	-0.2882	0.1596	0.9443	0.9007	0.8901	0.9513
Nf	0.9122	1.0000	0.2574	0.5919	0.6636	-0.2805	0.0098	0.8442	0.7241	0.7125	0.8200
Nu	0.2970	0.2574	1.0000	-0.3577	0.0659	0.8248	-0.8228	0.2304	0.2103	0.1331	0.1840
BN	0.7434	0.5919	-0.3577	1.0000	0.0207	-0.7920	0.7571	0.7538	0.7679	0.8072	0.8039
Nf/Nc	0.3020	0.6636	0.0659	0.0207	1.0000	-0.1162	-0.2814	0.2525	0.0540	0.0458	0.1816
Nu/Nc	-0.2882	-0.2805	0.8248	-0.7920	-0.1162	1.0000	-0.9204	-0.3237	-0.3129	-0.3828	-0.3669
Nr/Nc	0.1596	0.0098	-0.8228	0.7571	-0.2814	-0.9204	1.0000	0.2133	0.2810	0.3519	0.2831
CEB	0.9443	0.8442	0.2304	0.7538	0.2525	-0.3237	0.2133	1.0000	0.9680	0.9603	0.9540
CED	0.9007	0.7241	0.2103	0.7679	0.0540	-0.3129	0.2810	0.9680	1.0000	0.9962	0.9674
CEM	0.8901	0.7125	0.1331	0.8072	0.0458	-0.3828	0.3519	0.9603	0.9962	1.0000	0.9678
BE	0.9513	0.8200	0.1840	0.8039	0.1816	-0.3669	0.2831	0.9540	0.9674	0.9678	1.0000

Obs.: Valores em preto apresentam correlação significativa ($P < 0,05$);
Valores em azul apresentam correlação não significativa ($P > 0,05$).

ANEXO

Correlações de Pearson existentes entre os principais aspectos estudados no Capítulo II

Onde:

cms	=	Consumo de Matéria Seca em Gramas
cmspv	=	Consumo de Matéria Seca por Unidade de Peso vivo
cmsutm	=	Consumo de Matéria Seca por Unidade de Tamanho Metabólico
cmog	=	Consumo de Matéria Orgânica em Gramas
cmopv	=	Consumo de Matéria Orgânica por Unidade de Peso vivo
cmoutm	=	Consumo de Matéria Orgânica por Unidade de Tamanho Metabólico
cpbg	=	Consumo de Proteína Bruta em Gramas
cpbpv	=	Consumo de Proteína Bruta por Unidade de Peso vivo
cpbutm	=	Consumo de Proteína Bruta por Unidade de Tamanho Metabólico
cfng	=	Consumo de Fibra em Detergente Neutro em Gramas
cfnpv	=	Consumo de Fibra em Detergente Neutro por Unidade de Peso vivo
cfnutm	=	Consumo de Fibra em Detergente Neutro por Unidade de Tamanho Metabólico
cfdag	=	Consumo de Fibra em Detergente Ácido em Gramas
cfdapv	=	Consumo de Fibra em Detergente Ácido por Unidade de Peso vivo
cfdautm	=	Consumo de Fibra em Detergente Ácido por Unidade de Tamanho Metabólico
chemg	=	Consumo de Hemicelulose em Gramas
chempv	=	Consumo de Hemicelulose por Unidade de Peso vivo
chemutm	=	Consumo de Hemicelulose por Unidade de Tamanho Metabólico
ccelg	=	Consumo de Celulose em Gramas
ccelpv	=	Consumo de Celulose por Unidade de Peso vivo
ccelutm	=	Consumo de Celulose por Unidade de Tamanho Metabólico
ceeg	=	Consumo de Extrato Etéreo em Gramas
ceepv	=	Consumo de Extrato Etéreo por Unidade de Peso vivo
ceeutm	=	Consumo de Extrato Etéreo por Unidade de Tamanho Metabólico
cctg	=	Consumo de Carboidratos Totais em Gramas
cctpv	=	Consumo de Carboidratos Totais por Unidade de Peso vivo
cctutm	=	Consumo de Carboidratos Totais por Unidade de Tamanho Metabólico
ccnfg	=	Consumo de Carboidratos Não Fibrosos em Gramas
ccnfpv	=	Consumo de Carboidratos Não Fibrosos por Unidade de Peso vivo
ccnfulm	=	Consumo de Carboidratos Não Fibrosos por Unidade de Tamanho Metabólico
dms	=	Digestibilidade da Matéria Seca
dmo	=	Digestibilidade da Matéria Orgânica
dpb	=	Digestibilidade da Proteína Bruta
dfdn	=	Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro
dfda	=	Digestibilidade da Fibra em Detergente Ácido
dhem	=	Digestibilidade da Hemicelulose
dcel	=	Digestibilidade da celulose
dee	=	Digestibilidade do Extrato Etéreo
dct	=	Digestibilidade dos Carboidratos Totais
dcnf	=	Digestibilidade dos Carboidratos Não Fibrosos
cndt	=	Consumo de Nutrientes Digestíveis Totais
ndt	=	Nutrientes Digestíveis Totais
Nc	=	Nitrogênio Consumido
Nf	=	Nitrogênio Fecal
Nu	=	Nitrogênio Urinário
BN	=	Balanco de Nitrogênio
Nf/Nc	=	Relação Nitrogênio Fecal / Nitrogênio Urinário
Nu/Nc	=	Relação Nitrogênio Urinário / Nitrogênio Consumido
Nr/Nc	=	Relação Nitrogênio Retido / Nitrogênio Consumido
CEB	=	Consumo de Energia Bruta
CED	=	Consumo de Energia Digestível
CEM	=	Consumo de Energia Metabolizável
