



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PAULO RODRIGUES DANTAS JUNIOR

**NÍVEIS DE INCLUSÃO DE FARELO DE MAMONA DETOXIFICADO NA
ENSILAGEM DE CANA DE AÇÚCAR NA DIETA DE OVINOS:
DESEMPENHO E PARÂMETROS HISTOLÓGICOS**

AREIA

2020

PAULO RODRIGUES DANTAS JUNIOR

**NÍVEIS DE INCLUSÃO DE FARELO DE MAMONA DETOXIFICADO NA
ENSILAGEM DE CANA DE AÇÚCAR NA DIETA DE OVINOS:
DESEMPENHO E PARÂMETROS HISTOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra
Prof^a. Dr^a Dorgival Morais de Lima Junior
Prof. Dr. Juliana de Souza Oliveira

AREIA

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

D192n Dantas Junior, Paulo Rodrigues.

Níveis de inclusão de farelo de mamona detoxificado na ensilagem de cana de açúcar na dieta de ovinos: desempenho e parâmetros histológicos. / Paulo Rodrigues Dantas Junior. - Areia, 2020. 40 f. : il.

Orientação: Ricardo Romão Guerra Guerra.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Carneiro. 2. Destoxificação. 3. Histologia animal. 4. Morfometria. 5. Ricinus communis L.. I. Guerra, Ricardo Romão Guerra. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “NÍVEIS DE INCLUSÃO DE FARELO DE MAMONA DETOXIFICADO NA ENSILAGEM DE CANA DE AÇÚCAR NA DIETA DE OVINOS: DESEMPENHO E PARÂMETROS HISTOLÓGICOS”

AUTOR: Paulo Rodrigues Dantas Júnior

ORIENTADOR: Ricardo Romão Guerra

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra
Presidente
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. George Rodrigo Beltrão da Cruz
Examinador
Universidade Federal da Paraíba

Dra. Neila Lidiany Ribeiro
Examinadora
Instituto Nacional do Semiárido

Areia, 13 de março de 2020.

RESUMO GERAL

O objetivo com o presente estudo foi avaliar o desempenho e as alterações histológicas de órgãos do sistema digestório e do rim de ovinos submetidos a níveis de inclusão de farelo de mamona na ensilagem de cana de açúcar. Foram utilizados 40 ovinos mestiços da raça Santa Inês, com peso vivo médio de $20 \pm$ kg, idade de..... Os animais eram alimentados à vontade com cinco dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivadas com 0, 5, 10, 15 e 20% de farelo de mamona detoxificado (FMD) na matéria natural (MN). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco níveis de inclusão de farelo de mamona (0, 5, 10, 15 e 20%) e 8 repetições. Os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os animais foram confinados por 74 dias e depois abatidos. Imediatamente ao abate foram amostrados tecidos do rúmen, duodeno, fígado e rim, fixados em formol e avaliados por microscopia ótica. No rúmen, a espessura da camada muscular, a altura da papila, a largura da papila e a espessura do epitélio foram influenciadas estatisticamente ($P < 0,05$) com a inclusão de FMD na alimentação de ovinos. A espessura da porção queratinizada do epitélio não foi influenciada significativamente ($P > 0,05$) pela inclusão de FMD. No intestino a inclusão de FMD influenciou significativamente ($P < 0,05$) o tamanho da submucosa, da cripta, do vilo, da mucosa, da relação vilo/cripta e do índice de células caliciformes. O consumo de matéria seca e o ganho de peso médio cresceram linearmente à medida que se inclui o FMD na dieta dos animais. O estoque de glicogênio foi maior com 5 e 10% de inclusão de FMD. Conclui-se que a utilização do FMD para ovinos Santa Inês pode ser utilizada em até 20% na silagem de cana de açúcar por promover alterações ruminais e intestinais favoráveis a absorção, além de promover melhoras no ganho de peso dos animais.

Palavras-chave: Carneiro. Destoxificação. Histologia ruminal. Morfometria. *Ricinus communis* L.,

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the histological organ changes of the digestive system and kidney of sheep submitted to levels of inclusion of castor meal in sugarcane silage. Forty (40) Santa Inês crossbred sheep, with average live weight of 20 kg, were submitted to an adaptation period of 14 days and 60 days of experimental period (totaling 74 days of confinement). The treatments were constituted as follows: S0 - sugarcane silage (control); S5 - sugarcane silage + 5% of castor bean meal in cane natural matter (MN); S10 - sugarcane silage + 10% of castor meal in sugarcane MN; S15 - sugarcane silage + 15% of castor meal in sugarcane MN; S20 - sugarcane silage + 20% of castor meal in sugarcane MN. To do the histopathological and histomorphometric analyzes, fragments no larger than 0.5 cm³ of the organs: liver and kidney were sectioned, and fragments no larger than 1 cm of the organs: rumen and small intestine. The samples were visualized in a microscope coupled to a digital camera, with the aid of imaging software. In the rumen, muscle layer thickness, papilla height, papilla width and epithelium thickness were significantly influenced ($P < 0.05$) by the inclusion of castor meal in sheep feed. The thickness of the keratinized portion of the epithelium had no significant effect ($P > 0.05$) on the inclusion of castor meal in the sheep diet. The inclusion of castor meal in sheep feed significantly influenced ($P < 0.05$) the size of the submucosa, crypt, villus, mucosa, villus / crypt ratio and number of goblet cells in the intestine. Dry matter consumption and average weight gain grow linearly as it includes castor meal in the animals' diets. Regarding glycogen storage, it was observed that there was a significant difference ($P < 0.05$) with the inclusion of castor meal. It was concluded that the use of castor meal offered to Santa Ines sheep during 74 days of confinement changes the ruminal, intestinal morphology, performance and the glycogen stock.

Keywords: Morphometry. Ram. Detoxification. Ruminal histology. *Ricinus communis* L.,.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais para ovinos com silagem de cana-de-açúcar e concentrações crescentes de farelo de mamona destoxificado	38
Tabela 2. Média do consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso total (GPT) e estoque de glicogênio (EGL) de ovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar aditivada com níveis crescentes de farelo de mamona destoxificado	39
Tabela 3. Média das variáveis morfométricas do rúmen de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar e farelo de mamona detoxificado em níveis crescentes.....	40
Tabela 4. Média das variáveis morfométricas do duodeno de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar e farelo de mamona detoxificado (FMD) em níveis crescentes.....	41
Tabela 5. Alterações histopatológicas observadas nos rins de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar e farelo de mamona destoxificado em concentrações crescentes.....	42

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO	7
1.1 INTRODUÇÃO	8
1.1.1 <i>Silagem da cana-de-açúcar</i>	9
1.1.2 <i>Farelo de mamona</i>	10
1.1.3 <i>Morfologia ruminal</i>	13
1.1.4 <i>Morfologia intestinal</i>	14
REFERÊNCIAS	16
2 CAPÍTULO 2	20
2.1 INTRODUÇÃO	21
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	22
2.2.1 <i>Local do Experimento</i>	23
2.2.2 <i>Animais</i>	23
2.2.3 <i>Dietas</i>	23
2.2.4 <i>Ganho de Peso e Consumo de Matéria Seca</i>	24
2.2.5 <i>Abate</i>	24
2.2.6 <i>Análises Histomorfométricas e Histopatológicas</i>	24
2.2.7 <i>Análise Estatística</i>	26
2.3 RESULTADOS	26
2.4 DISCUSSÃO	27
2.5 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	31



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CAMPUS II
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
DISSERTAÇÃO

1 CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

MARÇO 2020

AREIA

1.1 INTRODUÇÃO

A criação de caprinos e ovinos é uma atividade rentável, prolífica, de rápido retorno, devido ao curto tempo de abate, e maior alocação de animais por hectare. A carne de pequenos ruminantes gradualmente vem ocupando espaço na dieta humana devido ao seu teor nutricional. Entretanto, a sazonalidade climática impõe dificuldade na obtenção de alimentos para o rebanho, o que promove a busca por alimentos alternativos que consigam suprir as necessidades dos animais, ao passo que também melhorem a eficiência alimentar e econômica da produção.

Atualmente, a conservação da cana de açúcar na forma de silagem tem despertado interesse de pesquisadores e produtores, em função dos benefícios em logística e operacionalidade que esta técnica apresenta. A facilidade e tradição de cultivo, o baixo custo por unidade de matéria seca produzida, a maturidade coincidindo com o período de escassez de pasto e por constituir uma opção competitiva quando comparada a outras fontes de volumosos, são importantes vantagens adicionais que justificam a utilização da cana de açúcar como recurso forrageiro. Entretanto, o manejo clássico desta gramínea, na forma desintegrada demanda mão de obra diária para cortes, despalha, transporte e picagem, o que pode gerar limitações operacionais quando se pretende fornecer o suplemento a rebanhos maiores (Lopes e Evangelista, 2010). Assim, a possibilidade de conservação desta forrageira para fornecimento aos animais representa a possibilidade de otimizar o manejo diário do rebanho.

Todavia, no processo de ensilagem da cana-de-açúcar, recomenda-se utilizar algum aditivo químico ou bacteriano que favoreça a fermentação, com o objetivo de reduzir as perdas totais e melhorar o valor nutritivo da silagem obtida (Torres et al., 2003; Balieiro Neto et al., 2007) e, assim, alcançar resultados bastante variáveis (Freitas et al., 2006).

A mamona (*Ricinus comunis* L.) tem sido considerada a principal oleaginosa para a produção de biodiesel, especialmente na região do Nordeste do Brasil, por apresentar extensa faixa de adaptação, fácil manejo, resistência à secos e pequenos custos de produção. A semente quando submetida à extração de óleo apresenta rendimento de 50% de óleo e 50% de torta de mamona, que uma vez submetida ao processo de destoxificação pode ser usada na alimentação animal. Uma recente investigação comparou a eficácia de diferentes métodos de destoxificação da ricina do farelo de mamona (Anandan et al., 2005).

Diante desse contexto dentre os aditivos utilizado na ensilagem de cana de açúcar, a utilização do resíduo do biodiesel como a torta de mamona detoxificado se apresenta como aditivo promissor, uma vez que, a torta de mamona tem aproximadamente 87,3% de matéria

seca, 94,7% de matéria orgânica (com base na matéria seca), 26,9% de proteína bruta, 5% de extrato etéreo, 49,8% de fibra em detergente neutro, 40,1% de fibra em detergente ácido, 62,8% de carboidratos totais, 15% de carboidratos não fibrosos, 72,3% de nutrientes digestíveis totais (% da matéria seca) e 4,59 Mcal/kg de energia metabolizável (Oliveira et al., 2010). O uso limitado da torta e farelo de mamona é devido a sua toxidez e alergenicidade adquirido por fatores antinutricionais que são a ricinina (alcaloide), CB- 1A (complexo alergênico) e a ricina (proteína) (Silva et al. 2012).

Com isso, é necessário o estudo dos impactos causados pela inclusão da torta de mamona como aditivo na ensilagem de cana de açúcar, no desempenho e nos tecidos digestórios e rins de ovinos, uma vez que, conhecer o ambiente intestinal dos ruminantes é de grande importância.

1.1.1 Silagem da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta da família das gramíneas, espécie *Saccharum officinarum*, originária da Ásia Meridional, muito cultivada em países tropicais e subtropicais para obtenção do açúcar, do álcool e da aguardente (Carvalho e Magalhães, 2007).

Essa forrageira apresenta um importante papel para o desenvolvimento socioeconômico do agronegócio, e é considerada uma das principais culturas da economia brasileira (Brasil, 2015), sendo a maior parte destinada à produção do etanol. O Brasil é o maior produtor de cana do mundo e também, o primeiro na produção de açúcar e etanol e conquista, cada vez mais, o mercado externo com o uso do biocombustível como alternativa energética (Abreu e Nascimento, 2016). A região Nordeste é responsável por 11% da produção, sendo que o Estado de Alagoas produz 4% do total (CONAB, 2015). De toda a área utilizada na produção da cana-de-açúcar, cerca de 10% é direcionada para a produção animal. A cana de açúcar é uma cultura importante na alimentação animal, por apresentar um alto potencial para a produção de matéria seca e energia por unidade de área, além de capacidade para manter o potencial energético durante o período seco do ano, sendo também utilizada como reserva estratégica alimentar durante a estação seca (Siqueira et al., 2012).

O uso de cana-de-açúcar na forma de silagem é comum nos atuais sistemas de produção, porém, o alto conteúdo de açúcares solúveis presentes nesta forrageira, associado ao alto teor de água, resulta em fermentação alcoólica, o que reduz o teor de matéria seca e o valor nutritivo da silagem (Carvalho et al., 2014)). Na última década, a preservação da cana-de-açúcar como silagem despertou o interesse dos pesquisadores e produtores devido aos benefícios na logística e operacionalidade desta técnica (Martins et al., 2015). No processo de

ensilagem, o princípio de conservação é a redução do pH (aumento da acidez) pela fermentação dos carboidratos solúveis da planta em água. O objetivo é fornecer alimento durante os períodos de escassez, quando a taxa de crescimento das plantas forrageiras não atende à necessidade dos animais (Wilkins et al., 2015).

A cana de açúcar possui características favoráveis para a ensilagem, como o teor de carboidratos solúveis, em torno de 20,5 a 40%, baixo poder tamponante, apresentando aproximadamente 5g de ácido láctico/kg de matéria seca além de um adequado teor de matéria seca entre 26,1 a 33% (Custódio, 2013; Cruz et al., 2014;). Entretanto, a quantidade de carboidratos solúveis presente na forrageira, a torna susceptível ao ataque de leveduras, que são os micro-organismos responsáveis pela fermentação alcoólica e consequente perda de material na forma de CO₂ e H₂O. Essa cultura apresenta uma expressiva população epifítica de leveduras, que chega a representar 12% da população microbiana total (Souza et al., 2016).

1.1.2 Farelo de mamona

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta da família Euforbiaceae, que produz sementes ricas em óleo glicídico, solúvel em álcool (Santos et al., 2013). É uma oleaginosa estratégica econômica e socialmente para regiões áridas e semiáridas, apresentando tolerância à seca, com exigência de precipitação pluvial mínima de 400 a 500 mm. O óleo extraído da sua semente tem diversas aplicações industriais e geram-se como subprodutos a casca, o farelo e a torta de mamona, com rendimento de 50% de óleo e 50% de subproduto (Bomfim; Silva; Santos, 2009).

A principal diferença entre o farelo e a torta de mamona refere-se ao extrato etéreo, que é mais eficiente quando extraído por meio de solvente do que por meio de prensagem. Segundo Severino et al. (2006), os termos torta e farelo de mamona são empregados em contextos diferentes. Ambos são coprodutos da extração de óleo de mamona, sendo a torta o coproduto do processamento mecânico de extração ou prensagem, que possui quantidade significativa de óleo (entre 7% e 12%); ao passo que o farelo é o coproduto da extração pelo processo químico com solvente, que possui teor de óleo muito pequeno (cerca de 1%). As características das sementes de mamona podem influenciar o teor de proteína contido na torta e farelo de mamona (Azevedo e Lima, 2001). O farelo de mamona destoxicado possui: 88,1 a 91,8 % de matéria seca, 90,2% de matéria orgânica, 50,9 % de proteína bruta, 1,7 a 3,2 % de extrato etéreo, 11,4% de cinzas, 30,0 a 55,8 % de FDN, 27,4 % de FDA, 15% de hemicelulose, 7,8 % de celulose, e 17,9 % lignina de acordo com Oliveira et al. (2010).

Entretanto, apesar do farelo de mamona apresentar em sua composição alto teor de proteína, esse alimento apresenta princípios tóxicos e alergênicos, que precisam de um tratamento prévio para que torne um alimento seguro e desprovido de toxinas. Ou seja, detoxificado para a alimentação animal (Silva et al., 2012). A toxidez da mamona ocorre devido a três componentes: a ricina, a ricinina e o complexo alergênico CB-1A (Severino, 2005). A ricina é uma proteína dimérica que constitui cerca de 1,5 % do farelo de mamona desengordurado (Savy Filho, 2005) e sua toxicidade é exercida através da inibição da síntese protéica pela inativação irreversível da subunidade ribossomal 28S (Endo et al., 1988), função esta realizada pela cadeia A que está ligada por uma ponte de enxofre a cadeia B que tem função de lectina (Hu et al., 2002). A ricinina não é considerada um fator limitante para o uso do farelo de mamona na alimentação animal, pois possui baixa atividade tóxica associado à pequena concentração nas sementes (Anadan et al., 2005). A albumina 2S é um complexo alergênico CB-1A (“Castor Bean Allergen”) é formado por um complexo de proteínas e polissacarídeos, não tóxico, termicamente estável, porém com ação altamente alergênica (Silva et al., 2012).

A partir da década de 90, os trabalhos na literatura com utilização do farelo de mamona na alimentação animal no Brasil deixaram de ser utilizados, provavelmente, porque essa tenha se tornado pouco competitiva em relação a outros coprodutos da indústria do biodiesel, entre eles a torta de algodão. Em função do incentivo governamental no aumento da produção de biocombustível, a mamona está ganhando destaque no cenário nacional, com isso, novas pesquisas começaram avaliar o uso dos subprodutos (Anp, 2014).

O uso do farelo de mamona na alimentação animal deve ser feito após o processo de detoxificação, o que talvez possa estar dificultando sua inclusão nas dietas, pelo sistema de tratamento para inativação da ricina. Devido ao seu elevado teor proteico, o farelo de mamona apresenta certas características nutricionais que tornam uma boa opção sua inclusão em dietas para ruminantes (Abdalla et al., 2008).

Bonfim, Silva, Santos (2009) avaliaram o consumo e a digestibilidade de dietas para ovinos contendo farelo de mamona tratado (FMT) com óxido de cálcio nas forma seca e úmida. O consumo e a digestibilidade total da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro não foram afetados pela forma de fornecimento do FMT (seco ou úmido). Assim, aumenta-se a flexibilidade de adoção do FMT pelo produtor rural. Nicory et al. (2013) avaliaram o desempenho de cordeiros submetidos a dietas com farelo de mamona e observaram que o consumo de matéria seca, matéria orgânica e carboidratos totais não foram influenciados pelos níveis de farelo de mamona. Porém o consumo de carboidrato não fibroso diminuiu enquanto que o consumo de fibra em detergente neutro aumentou linearmente. Os consumos de proteína bruta e de

nutrientes digestíveis totais apresentaram efeito quadrático com valores máximos de 0,23 e 0,68 kg/dia para os níveis de 10,87 e 22,25% do coproduto. Não houve efeito para os ganhos de peso médio diário e total, assim como para conversão alimentar. O farelo de mamona pode substituir 100% do farelo de soja, no concentrado, sem alterar o ganho de peso de cordeiros em confinamento.

Vieira et al. (2011) ao trabalharem com borregos Morada Nova alimentados com dietas contendo 0; 50; 75 ou 100% de farelo de mamona autoclavado em substituição ao farelo de soja não verificaram diferenças significativas ($P>0,05$) quanto ao consumo de matéria seca, tempos de alimentação e de ruminação, eficiências de alimentação e de ruminação, tempo de mastigação total, número de bolos ruminais, tempo de mastigação merícica por bolo ruminal e número de mastigações merícicas por bolo. Os animais consumiram em média 1,52 kg/dia.

Menezes et al. (2012), avaliando parâmetros ruminais e quantificando a população de protozoários ciliados, no rúmen de ovinos alimentados com dietas com farelo de mamona detoxificada (substituindo parcialmente o farelo de soja em 0, 15, 30 e 45% no concentrado) observaram que os valores de nitrogênio amoniacal 32 apresentaram padrão linear crescente com 26,6; 44,6; 42,0 e 50,5 mg L⁻¹, respectivamente, e pH com 5,94; 6,11; 6,11 e 6,18 respectivamente para os tratamentos com substituição do farelo de soja por farelo de mamona destoxificado (0, 15, 30 e 45% no concentrado). A elevação no nitrogênio amoniacal é atribuída pela possível degradação da fração proteica das dietas, pelas bactérias ruminais, para obtenção de nitrogênio amoniacal e energia. Os autores explicam que a elevação do pH a cada 15% de farelo de mamona detoxificado substituído nas dietas pode ser explicado pela utilização do hidróxido de cálcio que é uma base alcalina com pKa 12,8 e foi utilizado no momento de destoxificação do farelo de mamona, além disso, o aumento dos teores de N-NH₃, que podem ter levado ao incremento no pH ruminal.

Com relação à quantidade de ao gênero *Entodinium* foi o mais frequente em todos os tratamentos, com 5,5; 10,3; 11,3 e 13,8 x 10⁻⁴ mL⁻¹, respectivamente, observando um aumento da população de protozoários totais com a inclusão do farelo de mamona, e este comportamento pode ser explicado pelo aumento do pH do rúmen, que tornou este ambiente mais adequado ao metabolismo dos protozoários.

Gionbelli et al. (2014) avaliaram os efeitos da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona, úmido ou seco (substituição de 50 e 100%, tratado com hidróxido de cálcio) na dieta de cordeiros. Os autores sugerem que o farelo de mamona seja tratado com uma solução de hidróxido de cálcio na quantidade de 60g de hidróxido por kg de farelo de mamona, podendo desta forma substituir totalmente o farelo de soja (em até 18% da matéria seca da dieta) sem efeitos negativos sobre o ganho de peso, consumo, digestibilidade e função hepática de

cordeiros, torta de mamona tratada com solução de hidróxido de cálcio pode ser consumido por animais após 18 h em temperatura ambiente, na forma úmida, sem sol ou no forno de secagem.

Oliveira (2017) avaliou o farelo de mamona detoxicado em dietas de vacas lactantes confinadas, foi incluso 0, 10 e 15% de farelo de mamona detoxicado na matéria seca da dieta, foi observado que a inclusão do farelo de mamona em dietas de vacas lactantes não influencia o tempo de alimentação e de ruminação, além de não alterar as eficiências de alimentação e de ruminação, até o nível de 15% de inclusão. Recomenda-se a inclusão de até 15% de farelo de mamona tratado na dieta total de vacas lactantes, pois não compromete o desempenho produtivo dos animais, além de apresentar melhor rentabilidade. As vacas consumiram em média 14 kg dia⁻¹ de matéria seca.

1.1.3 *Morfologia ruminal*

Além do conhecimento do valor nutricional dos alimentos, conhecer o ambiente ruminal dos ruminantes é de grande importância. O estômago dos ruminantes é dividido em quatro compartimentos, rúmen, retículo e omaso, que são considerados pré- estômagos, pois não ocorre digestão química do alimento, e o abomaso é considerado o estômago verdadeiro, ou químico, onde através de enzimas ocorre a digestão (Pereira et al., 2002).

A parede do rúmen é constituída por quatro túnicas a mucosa, submucosa, muscular e a serosa, onde a mucosa é formada por papilas que se diferenciam quanto a sua forma. O rúmen possui um epitélio estratificado queratinizado com papilas no formato cônico sendo possível serem observadas a olho nu. Por meio dessas papilas ocorre à absorção dos nutrientes digeridos pelos microrganismos, como é o caso dos ácidos graxos voláteis que são advindos dessa digestão (Pereira et al., 2002).

As papilas têm relação direta com a alimentação que é ofertada ao animal, pois dependendo da qualidade do alimento podem aumentar ou diminuir de tamanho (Konig, 2004). Quando é ofertado alimento volumoso as papilas tendem a se desenvolver bem devido à presença de fibra, já quando ofertado alimento concentrado essa tem formato pequeno e com uma alta camada de queratina.

Segundo Baldwin et al. (2004) e Bittar et al. (2009) o rúmen desenvolvido tem a capacidade de absorver e metabolizar os produtos finais da fermentação, os ácidos graxos voláteis (AGV's). Essa capacidade é aumentada com a introdução de alimentos sólidos, e por meio dos produtos de fermentação esse desenvolvimento se torna mais eficaz.

Sendo assim, há uma influência direta do ácido butírico e o ácido propiônico com o maior desenvolvimento papilar, já o ácido acético possui baixa influência, onde quanto mais volumoso mais propionato e quanto mais concentrado mais acetato.

1.1.4 Morfologia intestinal

O intestino delgado é um tubo que se divide em três partes: duodeno, jejuno e íleo. Nesse órgão existe um conjunto de células que são responsáveis por três funções: a função de digestão, absorção e defesa, contudo essas porções são compostas pelas quatro camadas histológicas: epitélio, submucosa, muscular e a serosa e essas células estão aderidas ao epitélio e a camada da submucosa (Boleli, Maiorka e Macari, 2002). Dentre essas camadas o intestino delgado se diferencia na sua estrutura morfológica em cada compartimento, onde possuem vilosidades que aumentam a superfície de contato com a digesta.

No duodeno as vilosidades apresentam-se em maior massa volumar, mas em tamanho menor com o epitélio colunar simples, aos quais na sua parte apical possuem microvilosidades que aumentam mais a superfície de contato. Em seu epitélio possuem poucas células caliciformes que são responsáveis por produzir muco com a função de proteger o epitélio das agressões que o alimento pode ocasionar e possuem mais enterócitos que são responsáveis pela absorção. No decorrer do tubo essas características vão sendo modificada. Logo em seguida vem o jejuno, nessa parte as vilosidades se tornam mais longas que o duodeno, existe células caliciformes e enterócitos, mas em quantidades diferentes. No jejuno aumenta-se a quantidade de células caliciformes em relação à porção anterior, da mesma forma para os enterócitos onde sua quantidade faz o inverso da porção anterior, diminui. A última porção é o íleo, onde suas vilosidades são menores quando relacionado ao jejuno, e a proporção de células caliciformes são maiores à medida que se aproxima do intestino grosso (Samuelson, 2007).

1.1.5 Morfologia do fígado

O fígado é composto por placas ou camadas monocelulares de hepatócitos que são banhadas de um lado por sangue dos sinusoides hepáticos. Entre cada fileira de células há um pequeno espaço criado por cavitações nas membranas plasmáticas de duas células opostas. As porções das membranas plasmáticas dos espaços são isoladas do restante da membrana plasmática por junções oclusivas, as quais selam esses espaços fora do ambiente extracelular adjacente. Dentro das placas celulares, esses espaços se juntam para formar canais, ou canalículos, que se conectam aos ductulos biliares. A bile é secretada pelos hepatócitos para os

canalículos, dos quais flui para o sistema de ductos biliares. Do ponto de vista funcional, os canalículos podem ser percebidos como ácinos revestidos por hepatócitos e que desembocam no sistema de ductos biliares. O epitélio do ducto biliar é metabolicamente ativo e capaz de alterar a composição da bile canalicular por adição de água e eletrólitos, especialmente bicarbonato. Nessa função, as células epiteliais do ducto biliar funcionam de modo semelhante ou idêntico às células centroacinares ou dos ductos do pâncreas. Na realidade, elas até respondem à secretina, pelo aumento de sua secreção de bicarbonato (Klein, 2015).

1.1.6 Morfologia dos rins

Os rins consistem em um par de órgãos suspensos da parede dorsal do abdome por uma prega peritoneal e vasos sanguíneos que os irrigam. Possuem uma localização ligeiramente cranial à região lombar média. Por serem separados da cavidade abdominal pelo seu revestimento de peritônio, são denominadas estruturas retroperitoneais. O sangue é transportado até cada rim por uma artéria renal, e o sangue venoso sai de cada rim por uma veia renal. A artéria renal origina-se diretamente a partir da aorta, e a veia renal desemboca diretamente na veia cava caudal. (Dukes, Swenson, Reece, 2017)

O rim é descrito como uma estrutura em formato de feijão na maioria dos animais domésticos. Quando se efetua um corte sagital mediano através do rim, observam-se um córtex externo e uma medula interna. As estrias da medula são formadas pela disposição anatômica das principais partes que ocupam a medula, a alça de Henle dos néfrons de alças longas e a porção medular dos túbulos coletores. As porções medulares dos túbulos coletores são conhecidas como ductos coletores. O hilo renal é a área entalhada na borda côncava do rim, através do qual o ureter, os vasos sanguíneos, os nervos e os linfáticos entram ou saem. A pelve renal é a origem alargada do ureter no rim. A descarga final de urina a partir dos numerosos ductos coletores é recebida pela pelve renal. O ureter é o túbulo muscular (de músculo liso) que transporta a urina da pelve renal até a bexiga. A bexiga é um órgão muscular (de músculo liso) oco, cujo tamanho varia, dependendo da quantidade de urina nele contida em qualquer momento. O músculo liso da bexiga é conhecido como músculo detrusor. (ukes, Swenson, Reece, 2017)

REFERÊNCIAS

- Abdalla, A.L., Silva Filho, J.C., Gofoi, J.R., Carmo, C.A., Eduardo, J.L.P. 2008. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37: 258-260
- Abreu, Y.V., Nascimento, H.R. 2016. A produção da cana-de-açúcar e de etanol nas novas fronteiras agrícolas: o estado do Tocantins. *Revista Liberato*, 17:01-118.
- Anandan, S.; Anil Kumar, G.K., Ghosh, J., Ramachandra, K.S. 2005. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. *Animal Feed Science and Technology*, 120:159-168.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo. 2014. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.
- Azevedo, D.M.P., Lima, E.F. 2001. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão (Campina Grande, PB) – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica 350p.
- Baldwin, R.L., Mcleod, K.R., Klotz, J.L., Heitmann, R.N. 2004. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre-and postweaning ruminant. *Journal of Dairy Science*, 87:e55-E65
- Balieiro Neto, G., Siqueira, G.R., Reis, R.A., Nogueira, J.R., Roth, M.T.P., Roth, A.P.T.P. 2007. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:1231-1239.
- Bittar, C.M.M., Ferreira, L.S., Santos, F.A.P., Zopollatto, M. 2009. Desempenho e desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros leiteiros alimentados com concentrado de diferentes formas físicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:1561-1567.
- Boleli, I.C., Maiorka, A., Macari, M. 2002. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 75-95.
- Bomfim, M.A.D., Silva, M.M.C., Santos, S.F. 2009. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 3:15-26.
- Brasil, Ministério da Agricultura. Culturas – Cana-de-açúcar Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso: novembro de 2015.

- Carvalho, L.R., Magalhães, J.T. 2007. Avaliação da qualidade microbiológica dos caldos de cana comercializados no centro de Itabuna – BA e práticas de produção e higiene de seus manipuladores. *Revista Baiana de Saúde Pública*, 31:238-245.
- Carvalho, F.A.L., Queiroz, M.A.A., Silva, J.G., Voltolini, T.V. 2014. Características Fermentativas na ensilagem de cana de açúcar com maniçoba. *Ciência Rural*, 44:2078-2083.
- CONAB. Acompanhamento safra brasileira de cana, v. 2 - Safra 2015/16, n. 3 - terceiro levantamento, Brasília, p. 1-65, dezembro 2015.
- Custódio, L. 2013. Estratégias de controle de perdas de silagens de cana-de-açúcar. 90 p. Dissertação (M. Sc.) em Ciência Animal e Pastagem. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- Cruz, L.R., Geraseev, L.C., Carmo, T.D., Santos, L.D.T., Barbosa, E.A., Costa, G.A., Santos Junior, A. 2014. Características agronômicas e composição bromatológica de variedade de cana-de-açúcar. *BioScience Journal*, 30:1779- 1786.
- Dukes, H. H. (Henry H.; SWENSON, M. J. 1917-; REECE, W. O. Dukes fisiologia dos animais domésticos. [s.l.] Guanabara Koogan, 2017.
- Endo, Y., Tsurugi, K. 1988. The RNA N-glycosidase activity of ricin A-chain. *The Journal of Biological Chemistry*, 263:8735-8739.
- Freitas, A.W.P., Pereira, J.C., Rocha, F.C., Costa, M.G., Leonel, F.P., Ribeiro, M.D. 2006. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35:38-47.
- Gionbelli, T.R.S., Veloso, C.M., Gionbelli, M.P., Novais, M.A.S., Silva, A.L., Espechit, C.J.B., Campos, J.M.S., Valadares Filho, S.C., Pereira, O.G., Cunha, C.S., Alcântara, P.H., Virgínio Júnior, G.F., Duarte, M.S. 2014. Utilization of castor bean meal treated with calcium hydroxide, fed wet or dry, by lambs. *Livestock Science*, 168:76-83.
- Hu, R.G., Zhai, Q.W., He, W.J., Mei, L., Liu, W.Y. 2002. Bioactivities of ricin retained and its immunoreactivity to anti-ricin polyclonal antibodies alleviated through pegylation. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 34:396–402.
- Konig, H.R. 2004. Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido/ Horst Erich König e Hans-Georg Liebich; trad. Althen Teixeira Filho. – Porto Alegre: Artmed.
- Klein, B.G. 2015. Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária. [s.l.] Elsevier Health Sciences Brazil.

- Lopes, J., Evangelista, A.R. 2010. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39:984-991.
- Martins, S.C.S.G., Pires, A., Leite, L.C., Mota, A.D.S., Cruz, C.H., Carvalho, G.G.P., Silva, R.R., Pereira, F.M., Nicory, I.M.C. 2015. Qualitative parameters of sugarcane silages treated with urea and calcium oxide. *Semina: Ciências Agrárias*, 36:1135- 1144.
- Nicory, I.M.C., Carvalho, G.G.P., Ribeiro, O.L., Costa, L.S., Souza, F.N.C., Nascimento, C.O. 2013. Desempenho de cordeiros submetidos a dietas com farelo de mamona. In... VIII Congresso Nordestino de Produção Animal. Fortaleza, Ceará.
- Menezes, D.R., Costa, R.G., Araújo, G.G.L., Pereira, L.G.R., Oliveira, P.T.L., Silva, A.E.V.S., Voltolini, T.V., Moraes, S.A. 2012. Parâmetros sanguíneos, hepáticos e ruminais de ovinos alimentados com dietas com farelo de mamona destoxificado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47:103-110.
- Oliveira, A.S., Oliveira, M.R.C., Campos, J.M.S., Lana, R.P., Machado, O.L.T., Retamal, C.A., Detmann, E., Valadares Filho, S.C. 2010 In vitro ruminal degradation of ricin and its effect on microbial growth. *Animal Feed Science and Technology*, 1/2,:41–54.
- Oliveira, J.S.O. 2017. Farelo de mamona detoxicado em dietas de vacas lactantes confinadas. Itapetinga – BA: UESB, 2017, 67f. Tese (Zootecnia) Programa de Pós-graduação e Zootecnia.
- Pereira, M.E., Silveira, A.F., Silveira, S.O. 2002. Diferentes dietas no desenvolvimento histológico de papilas ruminais de bezerros da raça holandesa. *Revista da FZVA*, 9:143-154
- Samuelson, D.A. 2007. Tratado de histologia veterinária / Don A. Samuelson ; [tradução de Newton da Cruz Rocha... et al.]. Rio de Janeiro : Elsevier.
- Santos, P.A., Ludke, M.C.M.M., Ludke, J.V., Santos, M.J.B., Melo, A.G.S., Oliveira, A.C., Cavalcanti, A.S.A. 2013. Farelo de mamona na alimentação de ruminantes. *Revista Eletrônica Nutritime*, 10:2814-2827.
- Silva, M.S., Ramalho, S.A., Macedo, L.C., Moreira, J.J.S., Narain, N., Silva, G.F. 2012. Utilização de metodologia de planejamento experimental para destoxicação do farelo de mamona (*Ricinus communis* L.) em secador elétrico de bandeja. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 14:167-176.
- Siqueira, G.R., Roth, M.T.P., Moretti, M.H., Benatti, J.M.B., Resende, F.D. uso a cana de açúcar na alimentação de ruminantes. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13:991-1008.

- Savy Filho, A. 2005. Mamona: tecnologia agrícola. Campinas: Emopi, 105p.
- Severino, L.S., Milani, M., Beltrão, N.E.M. 2006. Mamona: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Severino, L.S. 2005. O que sabemos sobre a torta de mamona. Campina Grande: Embrapa Algodão. 31p. (Embrapa Algodão. Documentos, 134).
- Souza, R.S.C., Okura, V.K., Armanhi, J.S.L., Jorrín, B., Lozano, N., Silva, M.J., Gonzales-Guerrero, M., Araújo, L.M., Verza, N.C., Bagheri, H.C., Imperial, J., Arruda, P. 2016. Unlocking the bacterial and fungal communities assemblages of sugarcane microbiome. *Scientific Reports*. 6:28774.
- Torres, L.B., Ferreira, M.A., Vêras, A.S.C., Melo, A.A.S., Andrade, D.K.B. 2003. Níveis de bagaço de cana e ureia como substituto ao farelo de soja em dietas para bovinos leiteiros em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32:760-767.
- Vieira, M.M.M., Cândido, M.J.D., Bomfim, M.A.D., Severino, L.S., Pereira, E.S., Beserra, L.T., Meneses, A.J.G., Fernandes, J.P.B. 2011.. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com rações contendo quatro níveis de inclusão do farelo de mamona. *Revista Ceres*, 58:444-451.
- Wilkins, R.J., Syrjälä, L., Bolsen, K.K. 2015. The future of silage in sustainable animal production.: In: XII International Silage Conference. , Uppsala, SWEDEN, Anais... p. 23-40



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CAMPUS II
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
DISSERTAÇÃO

2 CAPÍTULO 2

**NÍVEIS DE INCLUSÃO DE FARELO DE MAMONA DETOXIFICADO NA
ENSILAGEM DE CANA DE AÇÚCAR NA DIETA DE OVINOS: DESEMPENHO E
PARÂMETROS HISTOLÓGICOS.**

MARÇO 2020
AREIA

Resumo

O objetivo com o presente estudo foi avaliar o desempenho e as alterações histológicas de órgãos do sistema digestório e do rim de ovinos submetidos a níveis de inclusão de farelo de mamona na ensilagem de cana de açúcar. Foram utilizados 40 ovinos mestiços da raça Santa Inês, com peso vivo médio de $20 \pm$ kg, idade de Os animais eram alimentados à vontade com cinco dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivadas com 0, 5, 10, 15 e 20% de farelo de mamona detoxificado (FMD) na matéria natural (MN). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco níveis de inclusão de farelo de mamona (0, 5, 10, 15 e 20%) e 8 repetições. Os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os animais foram confinados por 74 dias e depois abatidos. Imediatamente ao abate foram amostrados tecidos do rúmen, duodeno, fígado e rim, fixados em formol e avaliados por microscopia ótica. No rúmen, a espessura da camada muscular, a altura da papila, a largura da papila e a espessura do epitélio foram influenciadas estatisticamente ($P < 0,05$) com a inclusão de FMD na alimentação de ovinos. A espessura da porção queratinizada do epitélio não foi influenciada significativamente ($P > 0,05$) pela inclusão de FMD. No intestino a inclusão de FMD influenciou significativamente ($P < 0,05$) o tamanho da submucosa, da cripta, do vilo, da mucosa, da relação vilo/cripta e do índice de células caliciformes. O consumo de matéria seca e o ganho de peso médio cresceram linearmente à medida que se inclui o FMD na dieta dos animais. O estoque de glicogênio foi maior com 5 e 10% de inclusão de FMD. Conclui-se que a utilização de 20% FMD para ovinos Santa Inês pode ser utilizado na silagem de cana de açúcar, pois promove alterações ruminiais e intestinais favoráveis a absorção, além de promover melhoras no ganho de peso dos animais.

Palavras-chave: Carneiro. Destoxificação. Histologia ruminal, Morfometria. *Ricinus communis* L.

2.1 INTRODUÇÃO

Os alimentos representam cerca de 50% do custo total do confinamento, sendo a fração concentrada mais onerosa, representando cerca de dois terços desse valor (Santos et al., 2011). À irregularidade na disponibilidade de forragem, tem como consequência a redução do rebanho, abates tardios, quantidade de carne incompatível com a demanda e irregularidade na oferta de

produtos cárneos (Pereira et al., 2013). Sendo assim, a utilização de alimentos alternativos torna-se uma opção para diminuir os custos e incrementar a produção dos ovinos.

A conservação da cana de açúcar na forma de silagem tem despertado interesse em função dos benefícios em logística e operacionalidade que esta técnica apresenta. Todavia, no processo de ensilagem da cana-de-açúcar, recomenda-se utilizar algum aditivo químico ou bacteriano que favoreça a fermentação, com o objetivo de reduzir as perdas totais e melhorar o valor nutritivo da silagem obtida (Torres et al., 2003; Balieiro Neto et al., 2007) e, assim, alcançar resultados superiores (Freitas et al., 2006). Dentre os aditivos utilizados na ensilagem de cana de açúcar, a utilização de resíduos do biodiesel como a torta de mamona (Furtado et al., 2012; Gomes et al., 2015) e o farelo de mamona detoxificado (Oliveira et al., 2016), se apresentam como promissores, uma vez que, o farelo de mamona tem aproximadamente 87,3% de matéria seca, 94,7% de matéria orgânica (com base na matéria seca), 26,9% de proteína bruta, 5% de extrato etéreo, 49,8% de fibra em detergente neutro, 40,1% de fibra em detergente ácido, 62,8% de carboidratos totais, 15% de carboidratos não fibrosos, 72,3% de nutrientes digestíveis totais (% da matéria seca) e 4,59 Mcal/kg de energia metabolizável (Valadares Filho et al., 2001).

Entretanto, a literatura cita que a alta ingestão de mamona por carneiros, devido ao fator antinutricional ricina, pode causar: fraqueza, salivação, diarreia aquosa profusa, desidratação, midríase, ranger de dentes, hipotermia e decúbito (Aslani et al., 2007). Gastroenterite grave, hemorragia, necrose cardíaca, necrose hepática e necrose tubular aguda em rins também já foram relatadas (Santos et al., 2018). Sendo assim, é necessário estudar a forma de administração e os possíveis impactos causados pela inclusão do farelo de mamona como aditivo na ensilagem de cana de açúcar, principalmente nos tecidos digestórios e renal de ovinos (órgãos destoxicantes). Uma vez que o farelo de mamona possui um alto valor nutricional e baixo valor comercial, o mesmo pode ser utilizado como aditivo na silagem de cana de açúcar e na alimentação de pequenos ruminantes após processo de detoxificação, eliminando assim os fatores antinutricionais, sendo uma alternativa barata de enriquecimento da ensilagem de cana de açúcar. Sendo assim, o objetivo com o presente estudo foi avaliar o desempenho e as alterações histológicas de órgãos do sistema digestório e do rim de ovinos submetidos a níveis de inclusão de farelo de mamona na ensilagem de cana de açúcar.

2.2 MATERIAL E METÓDOS

2.2.1 Local do Experimento

O experimento foi conduzido no Setor de Caprinos e Ovinos da Universidade Federal de Alagoas - UFAL *Campus* Arapiraca, localizada no município de Arapiraca- AL, (latitude 9° 69'S, longitude 36° 66'W e altitude média de 305 m). O clima do município de Arapiraca é tropical, segundo a classificação climática de Köppen, do tipo Aw com temperatura média de 23,7°C e pluviosidade média de 752 mm.

2.2.2 Animais

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso dos Animais da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil, certidão protocolo nº 02/2018.

Foram utilizados 40 ovinos mestiços Santa Inês, com peso corporal médio de 20 kg submetidos a um período de adaptação de 14 dias e 60 dias de período experimental (totalizando 74 dias de confinamento). Antes do início do período experimental, os animais foram tratados contra ecto e endoparasitas. Os ovinos foram confinados em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro.

2.2.3 Dietas

A dieta foi fornecida com uma relação volumoso:concentrado de 60:40, para proporcionar um ganho de 250 g/dia, conforme recomendado pelo NRC (2007). O concentrado foi constituído basicamente de farelo de soja e milho, fornecido igualmente para todas as dietas. Os tratamentos foram constituídos da seguinte forma:

S0 - silagem de cana-de-açúcar (controle);

S5 - silagem de cana-de-açúcar + 5% de farelo de mamona na matéria natural (MN) da cana;

S10 - silagem de cana-de-açúcar + 10% de farelo de mamona na MN da cana;

S15 - silagem de cana-de-açúcar + 15% de farelo de mamona na MN da cana;

S20 - silagem de cana-de-açúcar + 20% de farelo de mamona na MN da cana;

As proporções dos ingredientes das dietas **são apresentadas na** Tabela 1.

O farelo de mamona passou por processo de detoxificação, utilizando solução de Ca(OH)_2 (1 kg para 10 litros de água), na quantidade de 60 gramas de $\text{Ca(OH)}_2/\text{kg}$ de farelo, na base da matéria natural, conforme descrito por Oliveira et al. (2010).

2.2.4 Ganho de Peso e Consumo de Matéria Seca

O alimento foi oferecido na forma de mistura completa, duas vezes ao dia (07:30 e 16:30 horas). Depois que o alimento foi oferecido, as sobras foram pesadas para calcular a ingestão voluntária, sendo ajustado diariamente com base no consumo do dia anterior, mantendo as sobras em 10%. Além disso, durante o experimento, os cordeiros foram pesados no início no final, no dia anterior ao abate para obter a pesagem inicial e final dos animais, respectivamente. Os dados obtidos foram utilizados para calcular ganho médio diário e o consumo de matéria seca (Lima et al. 2018). Foram colhidas, diariamente, amostras de silagem e de sobras, por animal e, semanalmente, amostras dos concentrados, por tratamento. As amostras diárias de silagem e das sobras foram agrupadas, de forma proporcional, em cada período de 14 dias, constituindo-se uma amostra composta. Posteriormente, as amostras foram pré-secas, em estufa ventilada a 60°C, moídas em moinho com peneira dotada de crivos de 1 mm, acondicionadas em frasco com tampa e armazenadas até serem analisadas.

2.2.5 Abate

Os animais foram distribuídos de forma casualizada em uma ordem de abate e submetidos a jejum de sólidos por 16 horas. No momento do abate, os animais foram pesados, insensibilizados por pistola de ar comprimido, suspensos pelos membros posteriores através de cordas e realizada a sangria por cisão das artérias carótidas e veias jugulares, conforme Brasil (2000)

2.2.6 Análises Histomorfométricas e Histopatológicas

As análises histomorfométricas foram realizadas no Laboratório de Histologia Animal, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Para tanto, foi seccionado fragmentos não maiores do que 0,5 cm³ dos órgãos: fígado e rim, e fragmentos não maiores do que 1 cm dos órgãos: rúmen e intestino delgado, os quais foram fixados em formol a 10%, e acondicionadas em recipientes identificados. Esses fragmentos foram sempre coletados da mesma porção topográfica em todos os animais.

O processamento histológico seguiu com a desidratação, clarificação e inclusão em parafina. A desidratação foi realizada com a imersão em solução crescente de álcool etílico nas proporções de 70%, 90%, 100% I, 100% II durante uma hora cada, depois por mais uma hora na solução de álcool+xilol (50%-50%). Para a clarificação as amostras ficaram na solução de

xilol I e II por uma hora, respectivamente. Em seguida ficaram pelo mesmo tempo na parafina I e em seguida na II até a inclusão em parafina.

A microtomia dos blocos foi realizada com a espessura de 5 μm . As colorações realizadas foram a hematoxilina e eosina (HE) para os estudos histomorfométricos e histopatológicos, e o periodic acid Schiff (PAS) para quantificar o glicogênio hepático e as células caliciformes duodenais.

As amostras foram visualizadas em microscópio Olympus BX53F (Tokyo, Japão) acoplado a uma câmera fotográfica digital (Olympus DP73), com auxílio do software cellSens Dimension® utilizando para o fígado e rins a objetiva de 40x, e para o rúmen e intestino delgado a objetiva de 4x.

Em rúmen e intestino foram digitalizadas quatro fotomicrografias por animal e em cada uma delas foram realizadas três mensurações de cada variável, totalizando um número amostral de 96 por tratamento (8 animais x 4 fotomicrografia x 3 mensurações). As variáveis para o rúmen foram: altura de papila (da base até o ápice), largura da papila (na região média da mesma), espessura da camada muscular, espessura do epitélio, área de absorção do rúmen e espessura da porção queratinizada do epitélio. As variáveis para o duodeno foram: tamanho do vilo (da base ao ápice), profundidade de cripta (da respectiva vilosidade), relação vilo:cripta (vilosidade/cripta), espessura da mucosa e espessura da submucosa conforme metodologia de Barboza et al. (2019).

Para a mensuração da quantidade de células caliciformes no duodeno foi utilizada a mesma quantidade de imagens digitalizadas para a histomorfometria, entretanto, sob a coloração de PAS. Para cada animal foi contabilizado a quantidade de células califormes em 2000 μm lineares de epitélio intestinal, utilizando-se para tanto 4 seguimentos de 500 μm . Sendo assim, o número amostral por tratamento foi de 32 (8 animais x 4 seguimentos de 500 μm), conforme metodologia de Barboza et al. (2019).

Para as análises hepáticas foram digitalizadas cinco fotomicrografias por animal, perfazendo um número amostral de 40 por tratamento (8 animais x 5 fotomicrografia). Para a quantificação do glicogênio hepático o mesmo observador verificou o grau de positividade à coloração PAS (proporcional a quantidade de estoque de glicogênio hepático) em cada uma das fotomicrografias dando um escore que varia de 0 a 3, sendo 3 o grau maior de deposição de glicogênio, segundo metodologia modificada de Ishak (1995).

Para o rim foram digitalizadas seis fotomicrografias por animal, perfazendo um número amostral de 48 por tratamento (8 animais x 6 fotomicrografias). Em cada uma das

fotomicrografias o observador procurou alterações histopatológicas nos componentes do néfron (corpúsculo renal, túbulos contorcidos proximais, alça de Henle e túbulos contorcidos distais) para verificar possíveis lesões renais causadas pelos fatores anti-nutricionais do farelo da mamona na ensilagem da cana-de-açúcar.

2.2.7 *Análise Estatística*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco níveis de inclusão de farelo de mamona (0, 5, 10, 15 e 20%). As médias foram comparadas por contraste (tratamentos: controle vs. 5% FMD; controle vs. 10% FMD; controle vs. 15% FMD; controle vs. 20% FMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, através do PROC GLM do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2001).

2.3 RESULTADOS

O consumo de matéria seca e o ganho de peso médio cresceram linearmente à medida que se acrescentou o farelo de mandioca (FM) na dieta dos animais. O consumo e o ganho de peso foram respectivamente de 0,67 kg e 8,9 kg no grupo controle e 1,10 kg e 13,48 kg com inclusão de 20% de FM (Tabela 2). Em relação ao estoque de glicogênio observa-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) com a inclusão do FM. Os maiores valores foram observados nos tratamentos 5 e 15% de inclusão de FM, e semelhantes aos tratamentos 0 e 10%. O menor estoque de glicogênio foi observado no nível de 20% de inclusão de FM, que também foi semelhante aos tratamentos 0 e 10%. O comportamento do estoque de glicogênio com relação à regressão foi quadrático (Tabela 2).

No rúmen, espessura da camada muscular, altura da papila, largura da papila, área de absorção do rúmen e espessura do epitélio foram influenciadas significativamente ($P < 0,05$) pela inclusão de FM na alimentação de ovinos (Tabela 3). A espessura da camada muscular apresentou maior valor no nível de 5% de inclusão de mamona. A altura da papila apresentou maior valor no nível de 20%, estando os outros níveis com valores menores. A largura da papila foi maior no nível de 15%, sendo significativamente semelhante aos níveis de 0, 5 e 10% de inclusão de FM. A área de absorção do rúmen também foi maior com 15% de inclusão, sendo significativamente semelhante aos níveis de 10 e 20%. Para essa variável, o grupo controle apresentou os menores valores. Para espessura do epitélio, os maiores valores foram nos níveis 0, 5 e 10% de inclusão de FM. A espessura da porção queratinizada do epitélio não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$) pela inclusão de FM na dieta de ovinos (Tabela 3).

Em relação ao intestino, a inclusão de FM na alimentação de ovinos influenciou significativamente ($P < 0,05$) espessura da mucosa, submucosa, cripta, vilo, relação vilo/cripta e no número de células caliciformes no intestino (Tabela 4). Observa-se que a inclusão de FM na dieta aumentou o valor médio das variáveis em relação ao grupo controle, com exceção da relação vilo/cripta. O maior valor para espessura de submucosa foi no nível de 5%, sendo significativamente semelhante aos níveis de 15 e 20% de inclusão de FM. A profundidade de cripta aumentou com a inclusão do FM, sendo superior em todos os níveis de inclusão quando comparado ao grupo controle. As maiores médias para o tamanho do vilo foi nos níveis de 5, 10 e 20 % de FM. Já a espessura da mucosa foi maior no níveis de 10 e 20 % de inclusão de FM. As células caliciformes apresentaram-se mais numerosas no nível de 15%, não diferindo dos níveis de 5, 10 e 20%, sendo menos numerosas no grupo controle. A relação vilo/cripta foi menor no nível de 15%, sendo o valor dos níveis 0, 5, 10 e 20% maiores, e significativamente semelhantes entre si (Tabela 4).

Na análise histopatológica dos rins, não foi encontrada alterações renais no grupo controle que possuía a dieta apenas com a silagem da cana de açúcar. Já no tratamento com 5% de inclusão de FM foi encontrada uma discreta congestão na região cortical e medular, e no nível de 10% discreta congestão na região cortical. Com inclusão de 15% de FM foi possível visualizar área focal de hemorragia e uma moderada congestão na região medular. Na inclusão de 20% de FM também foi encontrada uma área focal de hemorragia com uma congestão moderada na região cortical e medular. Nas suplementações de 15% e 20% foi possível observar uma discreta formação de cilindros hialinos nos glomérulos.

2.4 DISCUSSÃO

O uso do FM aumentou linearmente o consumo de matéria seca e o ganho de peso dos ovinos, fatos que levam a indicar o uso desse alimento alternativo e menos oneroso até o nível máximo utilizado nesse experimento (20%). Tais ganhos podem ser explicados morfofisiologicamente pelo aumento da papila e área de absorção ruminal, pelo aumento da vilosidade intestinal e das células caliciformes no intestino, promovendo maior área de contato com os ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, com os nutrientes no intestino e gerando maior saúde intestinal. Entretanto, para uma outra variável morfométrica avaliada, o estoque de glicogênio hepático, a inclusão de 20% de FM teve efeito deletério, sendo menor nesse grupo. Esse resultado nos leva a crer que o fator antinutricional, ricina, presente na mamona (Aslani et al., 2007; Santos et al., 2018), afeta negativamente o estoque de glicogênio nesse tratamento,

diminuindo a conversão do propionato em glicogênio. Sendo assim, a ricina não foi totalmente retirada do FM pelo processo de destoxificação. Isso pode ser inferido uma vez que é de conhecimento que essa substância pode causar até necrose hepática (Santos et al., 2018). No fígado o glicogênio é quebrado em glicose, sendo responsável por fornecer energia necessária para a maior parte do metabolismo e da produção (Brown, 2018). Apesar desse grupo (20%) ter a menor reserva de glicogênio hepático, tal situação não influenciou negativamente o ganho de peso dos animais, pelo contrário, foi o grupo com maior ganho de peso.

A utilização do alimento alternativo FM na ensilagem de cana de açúcar, de alto valor nutricional, de baixo custo comercial e oriundo de planta adaptada a baixo índice pluviométrico, além de não causar alterações morfométricas patológicas ao rúmen e intestino, ainda demonstrou proporcionar melhor desempenho zootécnico. Sua inclusão possibilitou maior área de absorção de nutrientes à nível ruminal (aumento das papilas) e intestinal (maior espessura de mucosa). A partir da inclusão de 10% de FM houve aumento da área de absorção ruminal, devido ao aumento da altura e largura de papila, respectivamente em 15 e 20% de inclusão. Tais resultados demonstram morfofisiologicamente que a inclusão do FM, em níveis acima de 10% proporciona maior área de contato das papilas ruminais com os AGV's e complexos vitamínicos como o complexo B, produzidos pela digestão de carboidratos pelos microrganismos, os quais fornecem energia para os ruminantes suprimindo assim suas exigências (Goularte et al., 2011; Oliveira et al., 2013). Sendo assim, a maior área de absorção favorece uma melhor capacidade absorptiva dos AGV's, corroborando o melhor desempenho (Monção et al., 2013).

O aumento encontrado das papilas ruminais pela inclusão do FM pode ser explicado pelo mesmo aumentar a quantidade do concentrado na dieta. É de conhecimento que concentrado promove aumento dos AGVs, ainda mais quando o concentrado contém alto teor de carboidrato, como é o caso do FM (Santos, 2008; Wang et al., 2017). Tais AGVs têm uma relação direta com o crescimento epitelial, sendo principalmente o propionato e o butirato responsáveis por favorecer a proliferação celular e conseqüentemente o aumento da papila (Baldwin et al., 2004; Santos, 2008; Barboza et al., 2019). Apesar da inclusão de 20% proporcionar a maior altura de papila, tal tratamento também proporcionou a menor largura, não afetando, porém, a área de absorção. O afinamento latero-lateral se dá justamente para proporcionar o crescimento da papila, como já visto em outros estudos (Barboza et al., 2019; Silva et al., 2019).

Apesar de não ser encontrado lesões no rúmen nesse estudo, Bianchi et al. (2018) citam que ovinos que receberam mamona cortada no cocho, apresentaram na mucosa do rúmen e na

dos demais órgãos fermentativos, discreta degeneração hidrópica multifocal associada a leve infiltrado inflamatório na submucosa, composta por linfócitos e plasmócitos. Sendo assim, o processo de destoxificação utilizado no presente estudo deve ter eliminado a ricina de forma suficiente a não causar lesões, pelo menos nesse órgão.

Em relação à espessura da camada muscular (ECM) do rúmen, esperava-se que houvesse diminuição da mesma à medida que era aumentado o nível do FM, pois haveria a diminuição do volumoso, no caso a ensilagem de cana de açúcar. É sabido que quanto mais volumoso na dieta, maior a necessidade de movimentos peristálticos de maceração e de ruminação, que leva a uma maior hiperplasia e hipertrofia das fibras musculares lisas do rúmen (Silva et al., 2019). Entre os níveis de inclusão de FM, 5% foi o que obteve maior ECM, corroborando as informações supracitadas, entretanto, o grupo controle, sem FM, apresentou a menor ECM. Tal resultado pode ser justificado pelo aumento no consumo de matéria seca, que aumentou linearmente com a inclusão da FM, o que proporcionou maior volume de ingesta, e por consequência mais movimentos peristálticos, apesar de menor quantidade de volumoso.

A espessura do epitélio ruminal, que é um epitélio estratificado pavimentoso queratinizado, ficou menos espesso com a inclusão de 15 e 20% de FM, tal fato pode ser explicado pela menor abrasão imposta pelo FM em relação à silagem de cana de açúcar. Tal característica (epitélio mais fino) pode gerar economicidade energética por diminuir a taxa de *turnover* dessas células (Brandi e Furtado, 2009). A porção queratinizada não sofreu alteração, o que pode sinalizar que a quantidade da ricina foi mínima a ponto de não causar uma hipertrofia dessa porção do epitélio, como é visto quando da presença de outros fatores antinutricionais (Barboza et al., 2019; Lima et al., 2018).

A utilização do FM aumentou a altura das vilosidades intestinais, exceto no grupo com 15% de inclusão, grupo esse que apresentou grande desvio padrão para essa variável. De forma geral, a inclusão da FM aumentou a capacidade de absorção de nutrientes pelo animal com o aumento das vilosidades, o que influencia sobremaneira o melhor desempenho do animal, como pode ser visto no ganho de peso, o qual apresentou aumento linear. Isso se dá, pois quanto maior a vilosidade intestinal maior a área de contato com o alimento, conseqüentemente maior a absorção (Wang et al., 2009). É de conhecimento que a morfologia das vilosidades é alterada, aumentando-se quando mais nutrientes são disponibilizados ou quando há uma demanda maior por energia (Montanholi et al., 2013). Além do aumento das vilosidades intestinais, na maioria dos grupos com inclusão de FM na dieta, foi observado aumento da profundidade das criptas. Cripta profunda está associada a maior necessidade de renovação celular, seja por um acréscimo

no tamanho da vilosidade, como no caso do presente estudo, ou por motivo de lesões, como aquelas ocasionadas por agentes patógenos, abrasão mecânica, toxinas ou agentes anti-nutricionais (Silva et al., 2010), o que realmente não parece ser a motivação, pois nesse caso a relação vilo:cripta teria diminuído, o que não ocorreu. Com o aumento da inclusão da FM, esperava-se até a diminuição da profundidade de cripta, uma vez que com o aumento da FM, diminuiu a silagem de cana-de-açúcar, alimento mais abrasivo, que por sua vez poderia provocar maior descamação celular e por consequência maior proliferação na cripta intestinal e maior profundidade. Esse efeito não deve ter ocorrido, pois como já mencionado, o FM proporcionou o aumento do consumo, o que também gerou maior taxa de passagem pelo intestino e consequentemente maior descamação celular.

Uma variável muito utilizada para verificar a saúde intestinal é a relação vilo:cripta, quando maior, melhor é a saúde, ou seja, é esperado uma vilosidade grande e uma cripta rasa, pois a mesma estando profunda, denota necessidade excessiva de proliferação celular devido alguma agressão ao epitélio, o que acarreta também em maior gasto energético (Wang et al., 2009; Barboza et al., 2019). No presente estudo, não foi verificado aumento dessa variável, ou seja, o FM leva a um aumento das vilosidades intestinais, o que melhora a absorção de nutrientes e fez aumentar o ganho de peso do animal, entretanto, sem melhorar a saúde intestinal.

Outra variável utilizada para aferir a saúde intestinal é a quantidade de células caliciformes. Quanto mais dessas células, melhor é a saúde do intestino do animal. A inclusão de FM na dieta, principalmente no nível de 15% levou a um aumento dessas células que produzem a mucina, muco responsável por diversas funções entre elas: ajudar no trânsito intestinal (peristaltismo), proteção mecânica do epitélio intestinal, proteção contra agentes infecciosos à mucosa intestinal e compondo o glicocálix intestinal ajudando na digestão do alimento, ou contra fatores antinutricionais (Rocha et al., 2016). Poderíamos inferir, nesse estudo, que o aumento das células caliciformes, consequentemente, o aumento da mucina intestinal protegeria a superfície intestinal dos efeitos deletérios do fator antinutricional da mamona, a ricina, que existia em pequena quantidade no FMD. Pois, como é sabido a ricina causa diarreia aquosa profusa (Aslani et al., 2007) e gastroenterite grave (Santos et al., 2018). Outro motivo para o aumento de células caliciformes é o aumento do consumo de matéria seca induzido pela inclusão de FM na dieta. De toda forma, o aumento no número de células caliciformes e por consequência o aumento de mucina no intestino com o a inclusão do FM melhorou a saúde intestinal.

Em relação à histopatologia renal, foi observado que a inclusão do FM na dieta levou a congestão renal, de leve a moderada. Além dessa característica, pode ser observada leve hemorragia e cilindros hialinos nos rins de animais, a partir da inclusão de 15% de FM. A presença de cilindros hialinos nos glomérulos, com presença de material eosinofílico nos espaços uriníferos, pode ser sugestão de um ultrafiltrado protéico. Já é conhecido que intoxicação por ricina pode causar degeneração tubular necrótica, glomerulonefrite membranosa e congestão renal (Botha e Penrith, 2009), entretanto, tais lesões não foram encontradas nesse estudo. Além dessas lesões no rim, a ricina é citada por promover também hemorragia e necrose multi-focal em órgãos linfoides (Bianchi et al., 2018), degeneração de hepatócitos e dilatação dos sinusoides hepáticos (Botha e Penrith, 2009); congestão e hemorragia (por deficiência nos fatores de coagulação) no trato gastrointestinal (Santos; Alessi, 2017), células epiteliais das criptas intestinais focalmente necróticas e submucosa difusamente hemorrágica (Roels et al., 2010; Hong et al., 2011). Apesar de não ser encontrado no presente estudo as lesões supracitadas no nível de fígado e intestino, pode-se verificar a diminuição do estoque de glicogênio hepático em animais que tiveram inclusão de 20% de FM, como já mencionado.

As lesões encontradas no rim e a diminuição do estoque de glicogênio hepático com inclusão de 20% de FMD demonstram, que parte da ricina não foi eliminada no processo de detoxificação realizado, entretanto, a mesma não foi suficiente para alterar negativamente os índices zootécnicos dos animais, pelo contrário, animais alimentados com o FM apresentaram, maior ganho de peso e maior consumo de matéria seca.

2.5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a utilização de 20% do farelo de mamona detoxificado na ensilagem de cana de açúcar oferecido aos ovinos é indicado por promover alterações ruminais e intestinais favoráveis à absorção de nutrientes e por ter proporcionado um aumento no ganho de peso dos animais.

REFERÊNCIAS

Aslani, M.R., Maleki, M., Mohri, M., Sharifi, K., Najjar-Nezhad, V., Afshari, E. 2007. Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. *Toxicon*, 49, 400-406.

- Balieiro Neto, G., Siqueira, G.R., Reis, R.A., Nogueira, J.R., Roth, M.T.P., Roth, A.P.T. 2007. Calcium oxide as additive on the sugarcane ensilage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1231-1239.
- Barboza, S.C.R., Oliveira, J.S., Souza, M.T.C., Lima Júnior, D.M., Lima, H.B., Guerra, R.R. 2019. Ovinos submitted to diets containing cassava foliage hay and spineless cactus forage: histological changes in the digestive and renal systems. *Tropical Animal Health and Production*, 51, 1689-1697.
- Baldwin, R.L., Klotz, J.L. 2004. Heitmann, R.N. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. *Journal of Dairy Science*, 87, e55-e65.
- Bianchi, M.V., Vargas, T.P., Leite Filho, R.V., Guimarães, L.L.B., Heck, L.C., Pavarini, S.P., Driemeier, D. 2018. Intoxicação espontânea por *Ricinus communis* em ovinos. *Acta Scientiae Veterinariae*, 46, 294.
- Brandi, R.A.; Furtado, C.E. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 246 – 258.
- Brasil Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, Secretariat of Agricultural and Livestock Defense (SDA), Department of Animal Products Inspection, Division of Technical Standards. 2000. Normative Instruction No. 3 of January 17, 2000, Lex: Official Gazette of the Union of January 24.
- Brown, T.A. 2018. *Bioquímica*. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Botha, C.J., Penrith, M. L. 2009. Potential plant poisonings in dogs and cats in southern Africa. *Journal of the South African Veterinary Association*, 80, 63-74.
- Cezar, M.F., Sousa, W.H. 2007. *Carcças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação*. 1 ed. Editora Agropecuária Tropical, Uberaba.
- Freitas, A.W.P., Pereira, J.C., Rocha, F.C., Costa, M.G., Leonel, F.P., Ribeiro, M.D. 2006. Evaluation of the nutritional quality of sugarcane silage treated with microbial additives and soybean crop residue. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 38-47.
- Furtado, R.N., Carneiro, M.S.S., Cândido, M.J.D., Gomes, F.H.T., Pereira, E.S., Pompeu, R.C.F.F., Sombra, W.A. 2012. Valor nutritivo de dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64, 155-162.

- Gomes, M.A.B., Moraes, G.V., Jobim, C.C., Santos, T.C., Oliveira, M.R., Rossi, R.M. 2015. Aerobic stability, chemical composition and ruminal degradability of sugarcane silage with glycerin from biodiesel. *Semina: Ciências Agrárias*, 36, 1531-1544.
- Goularte, S.R., Ítavo, L.C.V., Santos, G.T., Ítavo, C.C.B.F., Oliveira, L.C.S., Favaro, S.P., Dias, A.M., Torres Júnior, R.A.A., Bittar, C.M.M. 2011. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63, 1479-1486.
- Hong, I.H., Kwon, T.E., Lee, S.K., Park, J.K., Ki, M.R., Park, S.I., Jeong, K.S. 2011. Fetal death of dogs after the ingestion of a soil conditioner. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 63, 113- 117.
- Ishak, K., Baptista, A., Bianchi, L., Callea, F., Groote, J., Gudat, F., Denk, H., Desmet, V., Korb, G., Macsween, R.N. 1995. Histological grading and staging of chronic hepatitis. *Journal of Hepatology*, 22, 696-699.
- Lima, T.J., Costa, R.G., Medeiros, G.R., Medeiros, A.N., Ribeiro, N.L., Oliveira, J.S., Guerra, R.R., Carvalho, F.F.R. 2018. Ruminal and morphometric parameters of the rumen and intestines of sheep fed with increasing levels of spineless cactus (*Napolea cochenillifera* Salm Dyck). *Topical Animal Health and Production*, 51, 363-368.
- Monção, F.P., Oliveira, E.R.R., Moura, L.V., Tonissi, R.H.H., Góes, B. 2013. Development of microbiota ruminal calf - literature review. *Revista Unimontes Científica* 15 (ISSN 2236-5257).
- Montanholi, Y., Fontoura, A., Swanson, K., Coomber, B., Yamashiro, S., Miller, S. 2013. Small intestine histomorphometry of beef cattle with divergent feed efficiency. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55, 9
- National Research Council (NRC), Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids, 1st edn. National Academy Press, Washington, DC (2007).
- Oliveira, A.S., Campos, J.M.S., Oliveira, M.R.C., Brito, A.F., Valadares Filho, S.C., Detmann, E., Valadares, R.F.D., Souza, S.M., Machado, O.L.T. 2010. Nutrient digestibility, nitrogen metabolism and hepatic function of sheep fed diets containing solvent or expeller castorseed meal treated with calcium hydroxide. *Animal Feed Science and Technology*, 158, 15–28.

- Oliveira, V.S., Santana Neto, J.A., Valença, R.L. 2013. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo – Revisão de Literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 20.
- Oliveira, H.C., Garcia, R., Almeida, V.V.S., Oliveira, A.C., Pires, A.J.V., Nascimento Filho, C.S., Veloso, C.M., Silva, R. R., Oliveira, U.L.C. 2016. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com farelo de mamona. *Semina: Ciências Agrárias*, 37, 1451-1460.
- Pereira, L.G.R., Aragão, A.L.S., Santos, R.D., Azevedo, J.A.G., Neves, A.L.A., Ferreira, A.L., Chizzotti, M.L. 2013. Productive performance of confined sheep fed mango meal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65, 675-680.
- Rocha, P.M.C., Barros, M.E.G., Evêncio-Neto, J. 2016. Morphometric analysis of the intestinal wall and the dynamic of mucins secreted in the jejunum of broilers supplemented with *Bacillus subtilis* strain C3102. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36, 312-316.
- Roels, S., Coopman, V., Vanhaelen, P., Cordonnier, J. 2010. Lethal ricin intoxication in two adult dogs: toxicologic and histopathologic findings. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 22, 466-468.
- Santos, L.C. 2008. Desenvolvimento de papilas ruminais. *PUBVET*, 27. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=387>. Acesso em: 18 de novembro de 2019.
- Santos, F.C.O., Mendonça, C.L., Silva Filho, A.P., Carvalho, C.C.D., Soares, P.C., Afonso, J. A. B. 2011. Biochemical and hormonal indicators of natural cases of pregnancy toxemia of in sheep. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31, 974–980.
- Santos, P.A., Ludke, M.C.M., Ludke, J.V., Santos, M.J.B., Melo, A. G.S., Oliveira, A.C., Cavalcanti, A.S.A. 2013. Castor meal in feeding of non-ruminants. *Revista Eletrônica Nutritime*, 10, 2814-2827.
- Santos, R.L., Alessi, A.C. 2017. *Patologia Veterinária*. 2. ed. Rio de Janeiro: Roca..
- Santos, C.B., Araújo, M.J., Bezerra, L.R., Marques, C.A.T., Torreão, J.N.C., Freitas, N.E., Oliveira Neto, C.B., Morais, J.S. 2018. Hematological and biochemical parameters of lactating goats fed diets containing crude glycerin from biodiesel production from waste frying oil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70, 1867-1876.
- SAS (Statistical Analysis Systems Institute Inc.), 2001. *User's Guide*, Version 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Silva, L.C.R., Furuya, W.M., Natali, M.R.M., Schamber, C.R., Santos, L.D., Vidal, L.V.O. 2010. Productive performance and intestinal morphology of Nile tilapia juvenile fed diets with L-glutamine and L-glutamate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 1175-1179.

- Silva, K.B., Oliveira, J.S., Santos, E.M., Cartaxo, F.Q., Guerra, R.R., Souza, A.F.N., Muniz, A.C.S., Cruz, G.F.L. 2019. Ruminant and histological characteristics and nitrogen balance in lamb fed diets containing cactus as the only roughage. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 637-645.
- Torres, L.B., Ferreira, M.A., Vêras, A.S.C., Melo, A.A.S., Andrade, D.K.B. 2003. Sugar Cane Bagasse and Urea as Replacement of Soybean Meal in the Growing Dairy Cattle Diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 760-767.
- Valadares Filho, S.C., Silva, F.F., Rocha Junior, V.R., Cappelle, E.R. 2001. Tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais para bovinos no Brasil. II Simpósio de Produção de Gado de Corte.
- Wang, Y.H., Xu, M., Wang, F.N., Yu, Z.P., Yao, J.H., Zan, L.S., Yang, F.X., 2009. Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats, *LivestockScience*, 122, 48–52.
- Wang, B., Wang, D., Wu, X., Xai, J., Liu, M., Huang, X., Wu, J., Liu, J., Guan, L., 2017. Effects of dietary physical or nutritional factors on morphology of rumen papillae and transcriptome changes in lactating dairy cows based on three different forage-based diets. *BMC Genomics*, 18, 353.

Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais para ovinos com silagem de cana-de-açúcar e concentrações crescentes de farelo de mamona destoxificado.

Ingredientes (g kg ⁻¹ MS)	Níveis de inclusão do farelo de mamona na silagem (%)				
	0,00	5,00	10,0	15,0	20,0
Silagem de cana-de-açúcar	600,00	570,00	540,00	510,00	480,00
Farelo de Mamona	0,00	30,00	60,00	90,00	120,00
Milho grão moído	52,30	77,50	102,00	128,00	153,00
Farelo de soja	326,00	300,00	275,00	250,00	225,00
Uréia/Sulfato de amônia ¹	14,20	14,20	14,20	14,20	14,20
Mistura mineral ²	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50

¹Mistura Mineral composta: fosfato bicálcico; calcário; sal comum; flor de enxofre; sulfato de zinco; sulfato de cobre; sulfato de cobalto; sulfato de manganês; iodato de potássio; selenito de sódio, calculadas para atender 100% das exigências de macro e microminerais.

² Proporção de 9 partes de uréia para 1 de sulfato de amônia

Tabela 2. Média do consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso total (GPT) e estoque de glicogênio (EGL) de ovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar aditivada com níveis crescentes de farelo de mamona destoxificado

Variáveis	Inclusão do farelo de mamona na silagem (%)					EPM	Valor de P	
	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00		Linear	Quadratic
GP (kg)	8,90	10,02	12,64	12,10	13,48	0.48	<.0001 ¹	<.0001
CMS (kg)	0.67	0.86	1.00	0,98	1.10	0.03	<.0001 ²	0.071
EGL	1,28ab	1,53a	1,46ab	1,56a	1,15b	0.52	0.470	0.001 ³

Erro padrão da média = EPM; ¹Y = 9,1811 + 0,225FM; ²Y = 725,548 + 19,8083FM; ³Y=1.28+0.06FM-0.003FM²

Tabela 3. Média das variáveis morfométricas do rúmen de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar e farelo de mamona detoxificado em níveis crescentes.

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de mamona na silagem (%)					EPM	Contraste				Valor de P
	0	5	10	15	20		0-5	0-10	0-15	0-20	
Espessura da camada muscular	1044,01	1676,82	1316,76	1152,96	1368,56	443,31	*	*	ns	*	<.0001
Altura da papila	946,72	1010,77	1157,79	1186,27	1525,17	379,54	ns	*	*	*	<.0001
Largura da papila	342,70	336,57	330,09	371,78	290,17	129,08	ns	ns	ns	ns	0,0189
Área de absorção do rúmen (μm^2)	319049	341729	378928	464080	442520	231863	ns	ns	*	*	0,0036
Espessura do epitélio	109,91	123,48	118,97	76,21	82,90	38,61	ns	ns	*	*	<.0001
Espessura queratinizada	21,79	16,37	22,28	19,77	21,84	15,09	ns	ns	ns	ns	0,2910

Erro padrão da média=EPM; contraste: controle vs. 5% de FMD; controle vs. 10% de FMD; controle vs. 15% de FMD; controle vs. 20% de FMD

Tabela 4. Média das variáveis morfométricas do duodeno de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar e farelo de mamona detoxificado (FMD) em níveis crescentes.

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de mamona na silagem (%)					EPM	Contraste				Valor de P
	0	5	10	15	20		0-5	0-10	0-15	0-20	
Tamanho do vilo (μm)	321,39	391,67	398,49	336,75	397,84	110,33	*	*	ns	*	<.0001
Profundidade de cripta (μm)	96,33	111,83	110,17	121,60	115,89	34,41	*	*	*	*	<.0001
Relação vilo/cripta	3,68	3,79	3,91	3,07	3,75	1,57	ns	ns	*	ns	0,0018
Espessura da mucosa (μm)	417,71	503,49	508,65	458,35	513,73	116,05	*	*	ns	*	<.0001
Espessura da submucosa (μm)	305,72	401,10	335,72	391,32	364,49	149,97	*	ns	*	*	0,0002
Índices de células caliciformes	45,88	59,50	54,38	74,50	66,50	14,56	ns	ns	*	*	0,0045

Erro padrão da média=EPM; contraste: controle vs. 5% de FMD; controle vs. 10% de FMD; controle vs. 15% de FMD; controle vs. 20% de FMD

Tabela 5. Alterações histopatológicas observadas nos rins de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar e farelo de mamona destoxificado em concentrações crescentes.

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de mamona na silagem (%)				
	0	5	10	15	20
Congestão	-	+	+	++	++
Hemorragia	-	-	-	+	+
Cilindros hialinos	-	-	-	+	+
Necrose	-	-	-	-	-

- Ausente, + Leve, ++ Moderada, +++ Moderada a Acentuada