



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ABNER JOSÉ GIRÃO MENESES

**DESEMPENHO BIOECONÔMICO E CONTROLE PARASITÁRIO EM OVINOS
TERMINADOS INTENSIVAMENTE A PASTO UTILIZANDO A TORTA DE
MAMONA COMO INSUMO ALTERNATIVO**

FORTALEZA

2022

ABNER JOSÉ GIRÃO MENESES

DESEMPENHO BIOECONÔMICO E CONTROLE PARASITÁRIO EM OVINOS
TERMINADOS INTENSIVAMENTE A PASTO UTILIZANDO A TORTA DE MAMONA
COMO INSUMO ALTERNATIVO

Tese apresentada ao Programa pós-graduação
em Zootecnia da Universidade Federal do
Ceará como requisito parcial para obtenção de
título de Doutor em Zootecnia. Área de
Concentração: Forragicultura

Orientador: Prof. Dr. Magno José Duarte
Cândido.

Coorientador: Dr. Roberto Cláudio Fernandes
Franco Pompeu.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M488d Meneses, Abner José Girão.

Desempenho bioeconômico e controle parasitário em ovinos terminados intensivamente a pasto utilizando a torta de mamona como insumo alternativo / Abner José Girão Meneses. – 2022.
133 f. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.

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

1. Haemonchus spp. 2. Ricinus communis. 3. Curva de crescimento. 4. Rentabilidade. 5. Megathyrus maximus cv. BRS Tamani. I. Título.

CDD 636.08

ABNER JOSÉ GIRÃO MENESES

DESEMPENHO BIOECONÔMICO E CONTROLE PARASITÁRIO EM OVINOS
TERMINADOS INTENSIVAMENTE A PASTO UTILIZANDO A TORTA DE MAMONA
COMO INSUMO ALTERNATIVO

Tese apresentada ao Programa pós-graduação
em Zootecnia da Universidade Federal do
Ceará como requisito parcial para obtenção de
título de Doutor em Zootecnia. Área de
Concentração: Forragicultura

Aprovada em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Dra. Hévila Oliveira Salles
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Caprinos e Ovinos)

Prof. Dr. Igo Renan Albuquerque de Andrade
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Prof.^a Dra. Luciana Freitas Guedes
Centro Universitário INTA (UNINTA)

À minha família.

Aos meus Pais, Francisco das Chagas e Maria das Graças pela dedicação e incentivo.

Aos meus Irmãos, Francisco Adson, Anderson Luiz e Adams Antônio pelo apoio e incentivo.

À minha namorada, Juliana Ferreira pela compreensão, incentivo e apoio.

A vocês dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus por ter me iluminado nos momentos difíceis desta jornada, proporcionado a calma e a paz necessárias para completar este trabalho.

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará IFCE- Campus Crato, em especial ao Diretor Geral Joaquim Rufino Neto, pela confiança e apoio.

À Embrapa, pelo financiamento da pesquisa e especialmente à Unidade Caprinos e Ovinos, pela oportunidade de condução do experimento.

Ao meu orientador, professor Dr. Magno José Duarte Cândido, pelos ensinamentos por toda confiança depositada em mim.

Ao coorientador Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu pelos ensinamentos, pela atenção, pela valiosa contribuição na realização do projeto e pela amizade.

Ao Dr. Luiz da Silva Vieira e à Dra. Hévila Oliveira Salles, por todos os ensinamentos e contribuição na realização do projeto.

Aos professores que participaram das bancas examinadoras de qualificação e defesa, Drs. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu, Igo Renan Albuquerque de Andrade, Rafael Nogueira Furtado, Hévila Oliveira Salles, Marcos Cláudio Pinheiro Rogério, Magno José Duarte Cândido, Ariosvaldo Nunes de Medeiros e Luciana Freitas Guedes, muito obrigado pelas valiosas considerações.

Aos amigos Patrício Leandro, Luiz Henrique, Antônia Samire, Pedro Vitor, José Valter e Clésio dos Santos pela enorme ajuda nas etapas de coleta de dados e na análise estatística.

Aos funcionários da Embrapa Caprinos e Ovinos, que sem eles não seria possível realizar esse ensaio experimental, muito obrigado!

A todos os integrantes do Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura (NEEF), onde fiz e tenho grandes amizades.

Aos amigos Clemente Fernandes, Jefte Arnon, Vitor Macedo, Samuel Maranhão, Bruno Bezerra, Marcos Neves, Jéssica Maranguape e Milena Alves agradeço pela amizade e companheirismo.

Desde já muito obrigado àqueles que ajudaram direta e indiretamente.

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.”

(Abraham Lincoln)

RESUMO

Objetivou-se avaliar a torta de mamona como insumo alternativo no controle do parasitismo gastrointestinal em ovinos terminados em pastagem irrigada de capim-tamani sob lotação contínua num delineamento em blocos casualizados (DBC) em arranjo fatorial 2 x 2, sendo avaliadas duas fontes de adubação nitrogenada, uma mineral (ureia, UR) e outra orgânica (torta de mamona *in natura*, TM), e dois suplementos dietéticos (com e sem torta de mamona destoxificada, TMd), com quatro repetições (piquetes) para as características estruturais do pasto e dezesseis repetições (ovinos) para consumo, digestibilidade, parâmetros sanguíneos e desempenho animal, respectivamente, e oito repetições (ovinos) para os parâmetros sanguíneos comportamentais e fisiológicos. No caso do comportamento, adicionaram-se medidas repetidas no tempo (períodos do dia). Procedeu-se o delineamento em blocos casualizados (DBC) com 16 repetições (ovinos), com medidas repetidas no tempo para as variáveis: larvas infectantes L3 do pasto ($L3.g\ MS^{-1}$), ovos por grama de fezes (OPG), e para a contagem de parasitas gastrointestinais adultos, utilizou-se DBC, com seis repetições (ovinos). A unidade mínima de três hectares foi considerada para avaliação econômica e determinado o peso médio ao abate de 28 kg. Estabeleceu-se um preço de venda mínimo, no qual o sistema de criação menos lucrativo se tornaria rentável de US\$ 2,38/kg de peso corporal e US\$ 4,45/kg de carcaça. A rentabilidade dos sistemas de produção foi avaliada adotando-se uma taxa mínima de atratividade de 3,5% ao ano, com base na taxa Selic. Os pastos adubados com ureia obtiveram maior produção de biomassa de lâmina foliar de 1.807 kg de MS.ha.ciclo⁻¹ e densidade populacional de perfilhos de 1.592 perfilhos.m⁻², porém sem efeito ($P>0,05$) no acúmulo de forragem total. Animais suplementados com ração contendo TMd e o pasto adubado com ureia reduziram o tempo de pastejo em 65 minutos.dia⁻¹. A utilização do subproduto não alterou os parâmetros fisiológicos dos ovinos em nenhum dos sistemas avaliados. É observado ganho médio diário de 103,75 e 86,76 g.dia⁻¹ para ovinos suplementados com ração contendo FS e TMd, respectivamente. Não houve efeito ($P>0,05$) no consumo de nutrientes, curva de crescimento, parâmetros hepáticos e renais dos animais. O peso corporal ideal para o abate dos ovinos ocorre aos 230 dias de idade, sendo recomendado um período de terminação inferior a 122 dias sob pastejo. O número médio de $L3.g\ MS^{-1}$ e OPG são de 126 e 841, sem efeito ($P>0,05$) entre os sistemas testados. Os valores verificados para as variáveis VG e PPT são considerados normais. A adubação fracionada da TM *in natura* não reduz a contaminação do pasto por nematoides. A associação suplementação-adubação utilizada com TM reduz os parasitas presentes no abomaso dos ovinos. A venda de

animais vivos não é atrativa em nenhum dos sistemas avaliados, sendo o contrário observado para a comercialização de carcaças e dos não componentes da carcaça de ovinos. O sistema de produção FSUR se mostrou mais lucrativo, com ganho de US\$ 0.53 centavos por kg de carcaça. Mais estudos são necessários para validar a utilização da TM com suplemento ou adubo orgânico nos sistemas de produção comercial.

Palavras-chave: curva de crescimento; *Haemonchus spp.*; *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani; rentabilidade; *Ricinus communis*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate castor bean cake as an alternative input for the control of gastrointestinal parasitism in sheep finished on irrigated Tamani grass pasture under continuous stocking in a 2 x 2 factorial randomized block design (RBD), with two sources of nitrogen fertilization, mineral (urea, UR) and organic (fresh castor bean cake, CC), and two dietary supplements (with and without detoxified castor bean cake, CCd), with four replications (paddocks) for the structural characteristics of the pasture and 16 replications (sheep) for intake, digestibility, blood parameters and animal performance, respectively, and eight replications (sheep) for behavioral and physiological blood parameters. In the case of behavior, repeated measures were added in time (periods of the day). A RBD was adopted with 16 replications (sheep), with repeated measures in time for the variables: infective larvae L3 in the pasture ($L3.g\ DM^{-1}$), eggs per gram of feces (EPG), and for counting adult gastrointestinal parasites, RBC was used, with six replications (sheep). The minimum unit of three hectares was considered for economic evaluation and the average slaughter weight of 28 kg was determined. A minimum selling price was established, in which the least profitable rearing system would become profitable at US\$ 2.38/kg body weight and US\$ 4.45/kg carcass. The profitability of production systems was evaluated by adopting a minimum rate of attractiveness of 3.5% per year, based on the Selic rate. Pastures fertilized with urea had higher leaf blade biomass production of 1,807 kg DM.ha.cycle⁻¹ and tiller population density of 1,592 tillers.m⁻², but with no effect ($P>0.05$) on the total forage accumulation. Animals supplemented with feed containing CCd and pasture fertilized with urea reduced grazing time by 65 minutes.day⁻¹. The use of the by-product did not change physiological parameters of sheep in any of the systems evaluated. Average daily gain of 103.75 and 86.76 g.day⁻¹ was found for sheep supplemented with feed containing soybean meal (SM) and CCd, respectively. There was no effect ($P>0.05$) on nutrient intake, growth curve, liver and kidney parameters of the animals. The ideal body weight for sheep slaughter occurred at 230 days of age, and a finishing period of less than 122 days is recommended for grazing. The mean number of $L3.g\ DM^{-1}$ and EPG were 126 and 841, with no effect ($P>0.05$) from the systems tested. Split fertilization of fresh CC does not reduce pasture contamination with nematodes. The combination of supplementation and fertilization using CC reduces parasites in sheep abomasum. The sale of live animals was not attractive in any of the systems evaluated, the opposite was observed for the commercialization of carcasses and non-carcass components of sheep. The SMUR production system proved to be more profitable, with a gain of US\$ 0.53

per kg carcass. Further studies are required to validate the use of CC as a supplement or organic fertilizer in commercial production systems.

Keywords: growth curve; *Haemonchus spp.*; *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani; profitability; *Ricinus communis*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Representação esquemática da distribuição dos tratamentos experimentais após sorteio	26
Figura 2 –	Umidade relativa (%), precipitação (mm), temperatura média (°C) e radiação solar ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) durante o período das avaliações comportamentais e fisiológica	32
Figura 3 –	Atividades realizadas (minutos.dia-1) por ovinos mantidos em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	35
Figura 4 –	Atividade realizadas (número de vezes.ovino.dia-1) por ovinos mantidos em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	36
Figura 5 –	Avaliação dos parâmetros fisiológicos de ovinos mantidos em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	37
Figura 6 –	Umidade relativa (%), temperatura média (°C), precipitação (mm) e radiação solar ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do período experimental	47
Figura 7 –	Caracterização eletroforética, densitometria do gel de eletroforese e atividade hemaglutinante em hemácias de coelho das proteínas da torta de mamona in natura (TM), da torta de mamona destoxificada (TMd), da dieta contendo torta de mamona destoxificada (RTMd)	57
Figura 8 –	Curva de crescimento de ovinos Santa Inês, ajustada pelo modelo de Gompertz, do nascimento aos 251 dias de idade, terminados intensivamente a pasto, utilizando a torta de mamona como insumo alternativo	61
Figura 9 –	Taxa de crescimento absoluto de ovinos Santa Inês ajustada pelo modelo de Gompertz do nascimento aos 251 dias de idade, terminados intensivamente a pasto, utilizando a torta de mamona como insumo alternativo	62

Figura 10 – Umidade relativa (%), temperatura média (°C), precipitação (mm) e radiação solar ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) do período experimental (out/2019-fev/2020)	70
Figura 11 – Médias por tratamento e períodos das variáveis contagem de larvas infectantes (L3.g MS-1 de forragem), ovos por grama de fezes (OPG), volume globular (VG); proteína plasmática total (PPT), escore da condição corporal (ECC) e grau de anemia pelo método FAMACHA© de ovinos terminados a pasto sob lotação contínua, utilizando torta de mamona como suplemento ou adubo nematicida no controle de parasitas gastrintestinais	70
Figura 12 – Análise de sensibilidade do comparativo do preço da torta de mamona em relação ao preço do farelo de soja, coeteris paribus.	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Composição química dos ingredientes das dietas experimentais	28
Tabela 2 –	Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	29
Tabela 3 –	Características estruturais do capim-tamani irrigado e manejado sob lotação contínua utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	51
Tabela 4 –	Composição química dos ingredientes das dietas experimentais	51
Tabela 5 –	Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	
Tabela 6 –	Efeito da utilização da torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia sobre o acúmulo e a oferta de forragem, intensidade de desfolhação, eficiência de pastejo, de uso da forragem e taxa de lotação de ovinos em pastagem de capim-tamani irrigada e manejada sob lotação contínua	57
Tabela 7 –	Consumo de nutrientes por ovinos manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	58
Tabela 8 –	Desdobramento da interação (Ração x Adubo) sobre o consumo de matéria seca do pasto por ovinos manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	59
Tabela 9 –	Coefficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes em ovinos terminados a pasto utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	60
Tabela 10 –	Parâmetros sanguíneos de ovinos manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como	

	suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	60
Tabela 11 –	Desempenho produtivo de ovinos manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	61
Tabela 12 –	Estimativa e intervalo de confiança dos parâmetros da curva de crescimento de ovinos Santa Inês manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como insumo alternativo	61
Tabela 13 –	Composição química bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais	78
Tabela 14 –	Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	78
Tabela 15 –	Ovos por gramas de fezes na média de todo o período experimental de coleta e aos 126 dias, e número de parasitas por compartimento do sistema digestório de ovinos terminados a pasto sob lotação contínua, utilizando torta de mamona como suplemento ou adubo nematicida no controle de parasitas gastrintestinais	83
Tabela 16 –	Composição química bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais	94
Tabela 17 –	Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	94
Tabela 18 –	Índices zootécnicos de ovinos em pastagem de capim-tamani irrigada, manejados sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	95
Tabela 19 –	Custo de implantação de três hectares de pastagem de capim-tamani irrigada e manejada sob lotação contínua por ovinos	96
Tabela 20 –	Custo operacional efetivo de três hectares de pastagem de capim-tamani irrigada, para ovinos, manejados sob lotação contínua utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia	99

Tabela 21 – Índices produtivos e econômicos de ovinos terminados em pastagem de capim-tamani irrigada, manejados sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona com suplemento ou fertilizante orgânico	100
Tabela 22 – Custos operacionais efetivos para comercialização de carcaças de ovinos terminados em pastagem de capim-tamani irrigada, manejados sob lotação contínua, utilizando torta de mamona com suplemento ou fertilizante orgânico	104
Tabela 23 – Índices produtivos e econômicos da comercialização de carcaça de ovinos terminados em pastagem de capim-tamani irrigada, manejados sob lotação contínua, utilizando torta de mamona com suplemento ou fertilizante orgânico	106

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Importância da ovinocultura	15
2.2	Produção de ovino a pasto e suas limitações	15
2.3	Estratégias de manejo no controle parasitário em pequenos ruminantes	17
2.4	Avaliação econômica dos sistemas de produção	20
3	CAPÍTULO I: ESTRUTURA DO DOSSEL, ASPECTOS COMPORTAMENTAIS E FISIOLÓGICOS DE OVINOS TERMINADOS A PASTO UTILIZANDO TORTA DE MAMONA	22
3.1	Introdução	24
3.2	Material e métodos	25
3.2.1	Descrição da área experimental	25
3.2.2	Tratamentos e delineamento experimental	25
3.2.3	Estabelecimento da pastagem e destoxificação da torta de mamona	26
3.2.4	Manejo geral da pastagem e dos animais	27
3.2.5	Avaliação das características estruturais do dossel	29
3.2.6	Avaliação do comportamento animal em pastejo	30
3.2.7	Avaliação dos parâmetros fisiológicos	31
3.2.8	Descrição dos procedimentos estatísticos	32
3.3	Resultados	33
3.4	Discussão	37
3.5	Conclusão	43
4	CAPÍTULO II: PARÂMETROS NUTRICIONAIS E DESEMPENHO PRODUTIVO DE OVINOS A PASTO UTILIZANDO A TORTA DE MAMONA COMO SUPLEMENTO OU ADUBO	44
4.1	Introdução	46
4.2	Material e métodos	47
4.2.1	Descrição da área experimental	47
4.2.2	Tratamentos e delineamento experimental	48
4.2.3	Estabelecimento da pastagem e destoxificação da torta de mamona	48
4.2.4	Manejo geral da pastagem, dos animais e dieta	49

4.2.5	Avaliação do acúmulo, oferta de forragem, intensidade de desfolhação, eficiência e pastejo, de uso da forragem e taxa de lotação	52
4.2.6	Avaliação de consumo e digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos	53
4.2.7	Avaliação de desempenho produtivo dos ovinos	55
4.2.8	Descrição dos procedimentos estatísticos	55
4.3	Resultados	56
4.4	Discussão	62
4.5	Conclusão	69
5	CAPÍTULO III: TORTA DE MAMONA PARA O CONTROLE DE PARASITAS DE OVINOS TERMINADOS A PASTO	70
5.1	Introdução	72
5.2	Material e métodos	73
5.2.1	Descrição da área experimental	73
5.2.2	Tratamentos e delineamento experimental	74
5.2.3	Estabelecimento da postagem e destoxificação da torta de mamona	75
5.2.4	Manejo geral da pastagem	76
5.2.5	Manejo geral dos animais e dieta	77
5.2.6	Coleta de Dados	79
5.2.7	Descrição dos procedimentos estatísticos	80
5.3	Resultados	81
5.4	Discussão	84
5.5	Conclusão	87
6	CAPÍTULO IV: AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DA TERMINAÇÃO DE OVINOS SOB PASTEJO UTILIZANDO TORTA DE MAMONA	88
6.1	Introdução	90
6.2	Materiais e métodos	91
6.2.1	Descrição da área experimental	91
6.2.2	Estabelecimento da postagem e destoxificação da torta de mamona	91
6.2.3	Manejo geral da pastagem, dos animais, tratamentos e dieta	92
6.2.4	Obtenção dos dados para avaliação bioeconômica	95
6.3	Resultados e discussão	98

6.4	Conclusão	107
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
	REFERÊNCIAS	111
	APÊNDICE A – FOTOGRAFIAS DO EXPERIMENTO	126

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura é uma atividade pecuária consolidada em todo o mundo e de relevante importância para as regiões semiáridas, pois gera renda e alimentos de qualidade para a população. Os ovinos são animais cosmopolitas e facilmente adaptados às diferentes condições edafoclimáticas. A China, Austrália e Nova Zelândia lideram a produção mundial de carne ovina (FAO, 2019). No Brasil, o rebanho é de aproximadamente 19,7 milhões de animais, dos quais 13,5 milhões estão concentrados na região Nordeste (IBGE, 2019). Entre os ovinos, a raça Santa Inês se destaca pela alta produtividade, resistência aos endoparasitas e pela alta taxa de prolificidade (AMARANTE, 2014; PEREIRA *et al.*, 2017).

A atividade é caracterizada pela pecuária extensiva, com baixos índices produtivos e produtos de qualidade inferior, quando comparada aos sistemas tecnificados, sendo pouco expressiva sua participação no mercado, em particular na região Nordeste (ALVES *et al.*, 2012). Nesse cenário, a intensificação dos sistemas produtivos se faz necessária para incrementar a produção primária e, portanto, a produção animal por área (SANTOS *et al.*, 2017; VASCONCELOS *et al.*, 2020). A utilização de insumos, como fertilizantes, anti-helmínticos, irrigação e suplementação, são importantes para elevar a produtividade.

Todavia, à medida que os sistemas de produção se intensificam, levam ao aumento da infecção parasitária, em muitos casos, o que limita a criação de ovinos, principalmente a pasto. Segundo Amarante *et al.* (2004), os principais parasitas gastrintestinais que acometem pequenos ruminantes são das espécies *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Oesophagostomum spp.* e *Strongyloides papillosus*. Destas, a *H. contortus* é a espécie de helminto mais predominante, o qual tem hábito hematófago e causa anemia, perda de peso e altas taxas de mortalidade (AMARANTE, 2014; VIEIRA *et al.*, 2014a).

Com o propósito de mitigar os efeitos negativos causados pelos parasitas gastrintestinais e reduzir os custos de produção, tem sido avaliada a utilização de insumos alternativos na produção animal, com destaque para a torta de mamona. Esse subproduto tem valor nutricional e de digestibilidade interessante, mas sua utilização na forma *in natura* na alimentação animal é limitada, pois contém substâncias tóxicas como a ricina e a *ricinus aglutinina*, além da ricinina e um complexo alergênico (DANG & VAN DAMME, 2015). Contudo, já existem métodos alcalinos de destoxificação seguros e economicamente viáveis

(ANDRADE *et al.*, 2019), com respostas satisfatórias na produção animal (SANTOS NETO *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2020).

Como fertilizante orgânico, a torta de mamona possui teores elevados de nitrogênio, fósforo, cálcio e micronutrientes, com alta mineralização, o que favorece a disponibilidade de nitrogênio orgânico para as plantas (SILVA *et al.*, 2012), além de apresentar atividade fitonematicida no solo (FREIRE *et al.*, 2012; PEDROSO *et al.*, 2019) e nematicida para o controle de parasitas gastrintestinais em ovinos a pasto (SALLES, *et al.*, 20119; MARANGUAPE *et al.*, 2020).

Vários fatores podem interferir no crescimento animal, incluindo os sistemas de produção (PEREIRA *et al.*, 2017). De acordo com Silva *et al.* (2012), a interpretação biológica da curva de crescimento pode ajudar a entender o padrão de crescimento animal e assim determinar o melhor momento para abate ou acasalamento (COSTA *et al.*, 2020). Com um número reduzido de parâmetros e de forma simplificada, os modelos não lineares têm sido amplamente utilizados para descrever a curva de crescimento animal. Dentre eles, o Gompertz apresentou melhor ajuste para ovinos Santa Inês (SARMENTO *et al.*, 2006; DO Ó *et al.*, 2012; COSTA, *et al.*, 2020).

Pelo exposto, o presente estudo foi conduzido com o propósito de avaliar o efeito do uso da torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja e da torta de mamona *in natura* como fertilizante orgânico em substituição à ureia sobre as características estruturais do pasto, controle de parasitas gastrintestinais de ovinos, parâmetros nutricionais, comportamentais e fisiológicos, além do desempenho, padrão de crescimento e viabilidade econômica de ovinos da raça Santa Inês terminados em pastagem irrigada de *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani, sob lotação contínua.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da ovinocultura

A ovinocultura é bastante difundida em todo o mundo, especialmente pelo fato dos ovinos se adaptarem facilmente às diferentes condições edafoclimáticas e apresentarem bom desempenho produtivo a pasto (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Países como China, Austrália e Nova Zelândia lideram a produção mundial de carne ovina (FAO, 2019). A atividade é de relevante importância no contexto socioeconômico, principalmente das regiões semiáridas, sendo uma fonte de renda e alimentação para a população.

No Brasil, a criação de pequenos ruminantes tem enorme potencial de crescimento, especialmente devido à sua extensão territorial e clima tropical, que permite a produção de animais a baixo custo. O sistema de produção de ovinos no país é caracterizado pela pecuária extensiva, com baixos índices produtivos e produtos de qualidade inferior, sendo pouco expressiva sua participação no mercado, em particular na região Nordeste (ALVES *et al.*, 2012).

O número de ovinos criados no país é de aproximadamente 19,7 milhões de animais, concentrados na região Nordeste, onde grande parte do rebanho é destinada à produção de carne (IBGE, 2019). Dentre os ovinos, a Santa Inês se destaca pelo seu elevado porte e alta taxa de crescimento quando comparado com as raças de ovinos deslanadas adaptados ao Semiárido brasileiro, além de apresentar alta produtividade, resistência aos endoparasitas e altas taxa de prolificidade (AMARANTE, 2014; PEREIRA *et al.*, 2017; REGO NETO *et al.*, 2017).

Os ovinos Santa Inês são resultado do cruzamento das raças exóticas, Bergamácia e Somalis, com raças nativas, Morada Nova e animais sem padrão racial definido, além da introdução da raça Suffolk, mais recentemente (MORAIS, 2004; PAIVA *et al.*, 2005; McMANUS *et al.*, 2010). Em geral, estudos envolvendo a raça recomendam o abate de animais com peso corporal entre 28 e 35 kg, com rendimento de carcaça entre 45% e 60%. O rendimento de carcaça é um parâmetro importante na avaliação dos animais, pois expressa a relação percentual entre o peso da carcaça e o peso corporal do animal, sendo mais expressivo nos animais mais jovens, devido ao menor tamanho do trato gastrointestinal (MORENO *et al.*, 2010; CARTAXO *et al.*, 2017; GOIS *et al.*, 2019). O exposto justifica a ampla difusão da raça nos diferentes sistemas produtivos do território brasileiro.

2.2 Produção de ovino a pasto e suas limitações

As pastagens constituem a fonte de alimento mais barata para a produção de ruminantes no mundo. Nesse cenário, é importante o desenvolvimento de novas espécies forrageiras adaptadas aos diferentes sistemas produtivos. Dentre elas, o cultivar tamani (*Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani) vem se destacando por apresentar porte baixo, considerável produção de folhas e perfilhos, além do alto valor nutricional e adaptação às condições edafoclimáticas das regiões tropicais (EMBRAPA, 2015). É o primeiro híbrido lançado pela Embrapa e é altamente responsivo ao manejo intensivo (VASCONCELOS *et al.*, 2020), além de apresentar plasticidade fenotípica favorável ao pastejo (TESK *et al.*, 2020).

Para intensificar a produção primária, é necessário o uso de insumos como: fertilização, principalmente nitrogênio, irrigação e suplementação (SANTOS *et al.*, 2017; LOPES *et al.*, 2020; VASCONCELOS *et al.*, 2020). No entanto, o conjunto de estratégias de manejo adotadas pode influenciar os componentes morfológicos e, assim, interferir na estrutura da pastagem, produção de forragem, comportamento ingestivo, taxa de lotação e desempenho animal (RODRIGUES *et al.*, 2012; SCHONS, *et al.*, 2021).

No geral, a intensificação dos sistemas de produção em muitos casos leva a um aumento da infecção parasitária, o que limita a criação de ovinos a pasto. Segundo Amarante *et al.* (2004), os principais helmintos que acomete os ovinos são das espécies *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Oesophagostomum spp.* e *Strongyloides papillosus*. Os helmintos causam redução da produção animal e altas taxas de mortalidade (MOLENTO *et al.*, 2013). A *H. contortus* é a principal espécie de parasita gastrointestinal que acomete pequenos ruminantes. Tem hábito hematófago e causa anemia, perda de peso e pode levar à morte (VIEIRA *et al.*, 2014a).

O ciclo evolutivo do parasita é dividido em duas fases, uma fase de vida livre e uma parasitária. Os ovos são eliminados nas fezes dos ovinos infectados e, em condições favoráveis de umidade e temperatura, eclodem (larva de primeiro estágio, L1). A L1 se alimenta de matéria orgânica do meio ambiente e muda de cutícula, dando origem à larva de segundo estágio (L2), que continua se alimentando e se desenvolvendo até dar origem a uma larva infectante de terceiro estágio (L3), entre quatro e sete dias a partir da eclosão dos ovos. A L3 irá reter a cutícula da L2 (cutícula dupla). Nesse estágio, as larvas L3 não se alimentam e sobrevivem das reservas acumuladas nas células intestinais durante os estágios anteriores (AMARANTE, 2014).

O movimento das larvas no pasto é dependente da umidade e aumenta com a ocorrência de chuvas. Porém, mesmo na ausência de chuva, as larvas podem se mover no pasto, devido à umidade decorrente do orvalho (SANTOS *et al.*, 2012). A migração das larvas

no pasto aumenta as chances de encontrar um hospedeiro para ingeri-la. Segundo Besier e Dunsmore (1993), as larvas podem sobreviver por várias semanas na pastagem quando a temperatura é amena, contudo, se a altura do pasto for reduzida, eleva sua taxa de mortalidade, devido à dessecação (AMARANTE, 2014).

Ao serem ingeridas pelo hospedeiro, as L3 de *H. contortus* penetram na mucosa do abomaso e se desenvolvem, originando larvas (L4) e posteriormente (L5), após a quarta alteração da cutícula. Nesse período, as larvas estão sexualmente maduras e podem se reproduzir, iniciando sua oviposição. A fase parasitária dura entre 18 e 21 dias (TAYLOR, 2007). Entender o ciclo de vida dos parasitas gastrintestinais pode auxiliar o produtor na melhor estratégia de manejo para o seu controle.

2.3 Estratégias de manejo no controle parasitário em pequenos ruminantes

O controle químico é baseado na aplicação de drogas, estrategicamente voltadas para cessar o ciclo de vida dos parasitas gastrintestinais e deve ser realizado conforme a epidemiologia de cada região, influenciada pelas condições edafoclimáticas. Na região Nordeste, eram recomendadas quatro aplicações, sendo a primeira no meio da estação chuvosa (março) e outras três na seca, iniciando em junho-julho, a segunda aplicação. Sessenta dias após a segunda aplicação, recomendava-se a aplicação da terceira dose e a quarta no último mês do período seco (COSTA & VIEIRA, 1984). Desta maneira, ocorria a eliminação das larvas na fase parasitária (L4 e L5) e, conseqüentemente, redução de L3 na pastagem. No entanto, essa estratégia precisou ser abandonada, pois, ao recomendar a vermifugação de todo o rebanho, foi uma das responsáveis por selecionar os nematoides para resistência aos anti-helmínticos.

Os anti-helmínticos têm sido amplamente empregados no controle das verminoses em pequenos ruminantes. Seu uso além de onerar os custos de produção, quando utilizado de maneira contínua, incorreta e indiscriminada, pode promover o aumento da população de nematoides resistentes (RODRIGUES *et al.*, 2007; MELO *et al.*, 2015), além do risco de contaminação dos produtos de origem animal e do meio ambiente, devido aos resíduos gerados (ATHANASIADOU & KYRIAZAKIS, 2004).

Com o aumento da resistência anti-helmíntica, a combinação de diversas técnicas no manejo integrado parece ser uma alternativa interessante no controle da verminose. No método FAMACHA[®], por exemplo, apenas os animais infectados com *H. contortus* são vermifugados. O método permite a identificação de animais anêmicos pela comparação da cor da conjuntiva, utilizando uma escala de 1 a 5 contida no cartão-guia (KAPLAN *et al.*, 2004).

Animais que apresentam grau 3, 4 ou 5 devem ser tratados, os demais animais do rebanho não, e, assim, o controle seletivo e racional de anti-helmínticos contribui reduzindo o aumento da resistência parasitária e do custo da produção animal (MOLENTO *et al.*, 2009; JACKSON *et al.*, 2012).

A fitoterapia é outra alternativa utilizada no controle da verminose, pois seus principais benefícios são a redução do uso de anti-helmínticos no sistema de produção e o prolongamento de sua vida útil, mantendo sua ação efetiva por mais tempo. Na literatura há diversos relatos do uso de extratos ou parte de vegetais que são utilizados como fitoterápicos e que apresentam potencial anti-helmíntico como: *Acacia decurrens*, *Ananas comusus*, *Musa* spp, *Annona muricata*, *Momordica charantia*, *Spigelia anthelmia*, *Ricinus communis*, etc (NOGUEIRA *et al.*, 2012; FERREIRA *et al.*, 2013; VIEIRA *et al.*, 1999; DOMINGUES *et al.*, 2013; SALLES *et al.*, 2014).

A torta de mamona é obtida a partir da extração do óleo da semente de mamona e, geralmente, tem sido utilizada como fertilizante orgânico, pois é uma excelente fonte de nitrogênio, fósforo, cálcio e potássio, além de micronutrientes (SILVA *et al.*, 2012). Durante o processo de decomposição da matéria orgânica, formam-se compostos orgânicos voláteis, tais como os fenóis (PEDROSO *et al.*, 2019), que possuem caráter nematicida para fitonematoides no solo e que também podem apresentar efeito nematicida para os estágios de vida livres de nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes.

Segundo estudos de Salles *et al.* (2019) avaliando o efeito nematicida de diferentes materiais orgânicos em vasos, relataram efeito positivo do uso da torta de mamona sob a inibição do desenvolvimento de larvas em fezes contaminadas, com redução no número de larvas infectantes (L3) por grama de massa de forragem seca (L3.g MS⁻¹ de forragem). Em trabalho de campo avaliando torta de mamona como fertilizante nematicida, Maranguape *et al.* (2020) observaram reduções de 60% no OPG de ovinos e 65% das larvas infectantes (L3.g MS⁻¹ de forragem) em pasto de capim-tanzânia manejado sob lotação contínua.

O controle biológico com o uso de fungos nematófagos tem demonstrado controlar L3, com destaque para o fungo *Duddingtonia flagrans* (WANG *et al.*, 2017). Em estudo, com conídios do fungo *Arthrobotrys conoides* aplicado sobre a área de pastagem, Falbo *et al.* (2015) relataram redução de 52,4% e 49,1% de larvas infectantes no pasto e de OPG nos animais deste tratamento.

Vacinas podem ser utilizadas como alternativa no controle dos nematoides, em particular da espécie *H. contortus*. De acordo com Matos *et al.* (2017), avaliando o uso da vacina Barbervax® em animais contaminados natural e artificialmente infectados, relataram

eficácia média de 69,8 e 57,4% na redução de ovos nas fezes em cabras Anglo Nubiana e Saanen, respectivamente.

A nutrição também pode contribuir no controle do parasitismo gastrintestinal em ovinos. O estado nutricional dos animais pode afetar sua resposta imunológica à infecção parasitária. Neste sentido, o fornecimento de proteína, energia, minerais e vitaminas influenciam positivamente na resposta imune dos animais (HOUDIJK, 2012; FAUSTO *et al.*, 2014), mitigando seus efeitos negativos como: redução das alterações fisiológicas causadas por parasitismo, infecções naturais e diminuição de OPG, melhorando o desempenho produtivo dos animais (TORRES-ACOSTA *et al.*, 2012).

De acordo com dados obtidos nos estudos de Miranda (2018), avaliando níveis de proteína e energia dietética no controle do parasitismo gastrintestinal em ovinos, identificou-se que a relação proteína: energia de 14:67,9 proporcionou aos animais suporte nutricional adequado, permitindo resiliência animal aos parasitas gastrintestinais, reduzindo os efeitos provocados pela hemoncose e melhorando o equilíbrio na relação hospedeiro/parasita. Segundo o NRC (2007), níveis elevados de infecção parasitária podem aumentar as exigências energéticas e proteicas de manutenção, reduzindo assim, a disponibilidade de nutrientes para produção animal.

A torta de mamona possui valores interessantes de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais. O subproduto contém substâncias tóxicas, como: ricina, *ricinus aglutinina*, ricinina e complexo alergênico (DANG & VAN DAMME, 2015), o que limita seu uso em sua forma *in natura* na alimentação animal. Todavia, existem métodos de destoxificação seguros e economicamente viáveis (ANDRADE *et al.*, 2019). Seu uso na alimentação de pequenos ruminantes tem se mostrado alternativa promissora, com respostas satisfatórias na produção animal (FURTADO *et al.*, 2012; POMPEU *et al.* 2012; SANTOS NETO *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2020).

A inclusão do subproduto em dietas de cabras leiteiras em confinamento melhorou a conversão alimentar e não alterou os parâmetros hepáticos e renais dos animais, sendo possível sua substituição pelo farelo de soja em 100% (ARAÚJO *et al.*, 2020). Segundo os autores, os métodos alcalinos para destoxificação da torta de mamona permitem sua atuação na fração fibrosa da torta, rompendo as ligações de hidrogênio, tornando as moléculas de celulose mais suscetíveis às enzimas celulolíticas, melhorando a disponibilidade dos nutrientes ao animal.

O manejo do pasto e o uso do pastejo misto podem contribuir para a redução da contaminação por parasitas gastrintestinais na pastagem. Estudos de Rocha *et al.* (2008),

relataram redução na contaminação de pastagens por larvas de nematoides gastrintestinais em ovinos após 96 dias de pastejo utilizando pastejo misto (ovinos/bovinos). A utilização simultânea de espécies de ruminantes diminui as populações de larvas de nematoides no pasto (TORRES *et al.*, 2009).

Períodos de descanso do pasto superiores há 35 dias em pastejo sob lotação rotativa, irrigação e com manejo da altura do pasto que possibilite a dessecação das larvas, por meio da incidência de luz solar, podem contribuir para o controle de nematoides de ovinos nas pastagens (VIEIRA *et al.*, 2018). Todavia, deve-se ressaltar que há controvérsia a respeito do período ideal para que ocorra a descontaminação do pasto em método de pastejo sob lotação rotativa (FERNANDES *et al.*, 2004).

A seleção de animais resistentes no rebanho pode ser, também, uma importante ferramenta no controle da verminose. A resistência pode ser definida como a capacidade do hospedeiro de impedir o desenvolvimento de parasitos gastrintestinais, reduzindo o estabelecimento das L3, retardando o seu crescimento, atenuando a produção de ovos ou eliminação dos parasitas (TORRES-ACOSTA & HOSTE, 2008).

Na espécie ovina, a resistência às infecções parasitárias é influenciada geneticamente e pode variar entre raças e indivíduos da mesma raça. As raças Santa Inês e Morada Nova, por exemplo, são menos suscetíveis aos nematoides gastrintestinais (MEXIA *et al.*, 2011; TOSCANO *et al.*, 2019). Nesse contexto, a seleção de animais mais resistentes torna-se uma alternativa viável para o controle de helmintos, resultando em aumento da produtividade animal e redução no custo com anti-helmínticos.

2.4 Avaliação econômica dos sistemas de produção

A ovinocultura destaca-se por sua importância socioeconômica, que em parte está associada à subsistência de pequenos produtores. Por serem animais cosmopolitas, se adaptarem a diferentes condições edafoclimáticas (RAINERI *et al.*, 2015) e apresentarem bom desempenho produtivo sob pastejo (AFONSO *et al.*, 2018) e em confinamento (OLIVEIRA, *et al.*, 2014), a ovinocultura apresenta um enorme potencial de crescimento. No Brasil, a atividade é promissora, em parte pela extensão territorial disponível para a pecuária e pelo clima tropical favorável, que permite a produção de animais a baixo custo.

No entanto, ao comparar os sistemas de produção tecnificados de ovinos com o tradicional, fica evidente o incremento dos índices produtivo e a qualidade do produto final, fato que pode agregar valor e maximizar o lucro do produtor. A intensificação dos sistemas de produção, com o uso de técnicas como: suplementação, controle de helmintos, aplicação de

fertilizantes e técnicas de irrigação, tem se tornado ferramentas importantes para a produção de ovinos, principalmente em sistemas pastoris, por promover aumento na produção de biomassa, desempenho animal, aumento da capacidade de carga e ganho por área (MOLENTO *et al.*, 2009; FAGUNDES *et al.*, 2011).

Vale ressaltar que, em muitos casos, a intensificação dos sistemas de produção leva ao aumento dos custos de produção, o que pode comprometer a viabilidade econômica da atividade, principalmente quando se trabalha com ovinos a pasto, devido a problemas sanitários causados por nematoides gastrintestinais (MAVROT *et al.*, 2015; EMERY *et al.*, 2016). Os anti-helmínticos têm sido amplamente utilizados no controle de vermes, mas seu uso contribui negativamente para os custos finais de produção, elevando-os. (MELO *et al.*, 2015). Neste sentido, estudos têm sido desenvolvidos com a finalidade de mitigar o efeito negativo causado pelos nematoides gastrintestinais, como a utilização de dietas promotoras de maior resiliência parasitária nos ovinos em pastejo e de plantas que possuem princípios ativos anti-helmínticos (MIRANDA, 2018; SALLES *et al.*, 2019).

Dentre os resíduos agroindustriais, a torta de mamona tem se destacado como um excelente fertilizante orgânico, capaz de fornecer nutrientes essenciais à planta, como: nitrogênio, fósforo, cálcio e micronutrientes (SILVA *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2012). Além disso, o subproduto é eficiente no controle do estágio de vida livre de parasitas gastrintestinais em ovinos (SALLES *et al.*, 2019; MARANGUAPE *et al.*, 2020). Após a destoxificação, o subproduto tem se mostrado uma alternativa promissora, com respostas satisfatórias na produção animal (POMPEU *et al.* 2012; SANTOS NETO *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2020).

Face ao exposto, sugere-se que o subproduto pode contribuir como insumo alternativo para substituir a adubação química nitrogenada, *commodities* utilizadas na formulação da dieta animal, além de reduzir o uso de antiparasitários, e com isso reduzir os custos de produção. Compreender esses custos é importante para analisar a saúde financeira do investimento. Nesse sentido, a análise econômica permite ao produtor obter informações sobre os resultados financeiros do investimento em determinado período, tornando-se fundamental para orientar as decisões a serem tomadas no planejamento das atividades futuras (GUIDUCCI *et al.*, 2012), e assim avaliar sua rentabilidade e viabilidade econômica (MARTIN *et al.*, 1998; ANDRADE *et al.*, 2018).

3 CAPÍTULO I: ESTRUTURA DO DOSSEL, ASPECTOS COMPORTAMENTAIS E FISIOLÓGICOS DE OVINOS TERMINADOS A PASTO UTILIZANDO TORTA DE MAMONA.

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características estruturais do pasto, aspectos comportamentais e parâmetros fisiológicos de ovinos terminados em pastagem irrigada de capim-tamani sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como insumo alternativo. Para as características estruturais do pasto, conduziu-se experimento com delineamento em blocos completos casualizados num arranjo fatorial 2 x 2, com duas fontes de adubação nitrogenada (mineral na forma de ureia ou orgânica na forma de torta de mamona *in natura*) e dois suplementos (com ou sem torta de mamona destoxificada), com quatro repetições (piquetes) por tratamento. Para os aspectos comportamentais e parâmetros fisiológicos, foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos, sob medidas repetidas no tempo e oito repetições (ovinos). Determinou-se a biomassa de forragem total, de lâmina foliar verde e o índice de área foliar. Foram avaliados os aspectos comportamentais: tempos de pastejo, ruminação, ócio e outras atividades, além da frequência respiratória, cardíaca e temperatura retal. Para o fator isolado suplemento, houve diferença ($P < 0,05$) para altura do pasto, índice de área foliar ($P < 0,01$) e relação folha/colmo ($P < 0,01$). Já para o fator adubo, é verificado efeito para biomassa de forragem verde, lâmina foliar ($P < 0,05$), índice de área foliar ($P < 0,01$) e altura do pasto ($P < 0,01$). São observados valores de 23,38 e 21,60 cm para altura do pasto nos tratamentos adubado com ureia e torta de mamona *in natura*, respectivamente. Pastos adubados com ureia obtiveram maior biomassa de lâmina foliar, de 1.807 kg de MS.ha.ciclo⁻¹ e densidade populacional de perfilhos, de 1.592 perfilhos.m⁻². Houve interação ($P < 0,05$) entre tratamentos x período para o variável tempo de pastejo, enquanto para as demais variáveis comportamentais, observou-se efeito ($P < 0,01$), apenas para o fator período. O tempo médio despendido pelos animais para atividade de ruminação e de ócio é de 403 e 504,8 minutos/dia, respectivamente. Houve redução no tempo de pastejo dos animais suplementados com torta de mamona destoxificada e mantidos nos pastos adubados com ureia em 65 minutos.dia⁻¹. O uso da torta de mamona não alterou os parâmetros fisiológicos dos animais em nenhum dos manejos avaliados.

Palavras chaves: índice de área foliar; *Ricinus communis*; Santa Inês; temperatura retal; tempo de ruminação.

ABSTRACT

The goal of this study was to evaluate the structural characteristics of the pasture, behavioral aspects and physiological parameters of sheep finished on irrigated Tamani grass pasture, under continuous stocking, receiving castor bean cake as an alternative input. For the structural characteristics of the pasture, a 2 x 2 factorial randomized block design was adopted, with two sources of nitrogen fertilization (mineral, as urea, and organic, as fresh castor bean cake) and two supplements (with and without detoxified castor bean cake), with four replications (paddocks) per treatment. For behavioral aspects and physiological parameters of the animals, a randomized block design with four treatments, repeated measures in time and eight replications (sheep/treatments) was adopted. Total forage biomass, leaf blade biomass and leaf area index were determined. Behavior was evaluated for grazing time, idleness time and rumination time; in addition to respiratory rate, heart rate and rectal temperature. The supplement factor alone had a significant effect on canopy height ($P<0.05$), leaf area index and leaf/stem ratio ($P<0.01$). In turn, the fertilizer factor had an effect on green forage biomass and leaf blade biomass ($P<0.05$), leaf area index and pasture height ($P<0.01$). Values of 23.38 and 21.60 cm were found for pasture height in treatments fertilized with urea and fresh castor bean cake. Pastures fertilized with urea showed high leaf blade biomass, 1,807 kg DM.ha.cycle⁻¹, and tiller population density, 1,592 tillers.m². There was a significant interaction between treatments and periods for grazing time, while the other behavior variables had only effect ($P<0.01$) of the time factor. The average time spent by animals in rumination and idleness was 403 and 504.8 minutes.day⁻¹ respectively. Animals supplemented with detoxified castor bean cake on pasture fertilized with urea showed a reduction in grazing time by 65 minutes.day⁻¹. The use of castor bean cake did not change physiological parameters of sheep in any of the evaluated treatments.

Keywords: leaf area index; rectal temperature; *Ricinus communis*; rumination time; Santa Inês.

3.1 Introdução

As pastagens constituem a fonte de alimento mais barata para a produção de ruminantes. No Brasil, a produção de ruminantes é predominantemente extensiva, o que lhe confere um dos menores custos de produção de carne e leite do mundo. Com o objetivo de aumentar o potencial produtivo das pastagens, novas espécies forrageiras estão sendo desenvolvidas e constantemente avaliadas em sistemas intensivos, submetidos à fertilização, principalmente nitrogênio, combinada ou não com sistemas irrigados (SANTOS *et al.*, 2017; LOPES *et al.*, 2020; VASCONCELOS *et al.*, 2020).

O cultivar tamani (*Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani) foi o primeiro híbrido lançado pela Embrapa e se destaca pelo seu porte baixo, elevada taxa de surgimento de folhas e perfilhos, além do alto valor nutricional e adaptação às condições edafoclimáticas das regiões tropicais (EMBRAPA, 2015). Embora seja uma alternativa interessante do ponto de vista da produção vegetal, o conjunto de estratégias de manejo adotadas e suas relações (solo-planta-animal) podem interferir nos componentes morfológicos, que irão influenciar na estrutura do pasto e, conseqüentemente, na produção de forragem, sua eficiência de uso, além do desempenho animal (RODRIGUES *et al.*, 2012; SCHONS *et al.*, 2021).

O entendimento dessas relações, aliado ao uso de suplementação, favorece maiores ganhos por área e melhora o desempenho animal, por promover quantidades adequadas de nutrientes, não disponíveis nas forrageiras, otimizando a digestibilidade da forragem e o consumo dos animais em pastejo (HODGSON, 1990). Contudo, segundo Mendes *et al.* (2014), a suplementação pode promover redução no consumo de matéria seca pelo animal, alterando seu comportamento ingestivo em pastejo, devido ao efeito substitutivo, além de onerar os sistemas produtivos.

A utilização de insumos alternativos pode ajudar a mitigar os custos com a suplementação animal. A torta de mamona é um subproduto obtido da extração do óleo e possui interessante valor nutricional e digestibilidade. Este subproduto contém substâncias tóxicas, como a ricina e a *ricinus aglutinina* (DANG & VAM DAMME, 2015), o que impede seu uso na forma *in natura* na alimentação animal. Entretanto, já existem métodos de destoxificação seguros e economicamente viáveis (ANDRADE *et al.*, 2019), com relatos promissores de sua utilização na produção animal (POMPEU *et al.*, 2012; SANTOS NETO *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2020).

Como fertilizante orgânico, a torta de mamona apresenta altos teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e micronutrientes, além de baixa relação C:N, o que favorece a mineralização e disponibilidade de nitrogênio para a planta não tão rapidamente quanto aos fertilizantes químicos e não tão lento quanto o esterco bovino e o bagaço da cana (SEVERINO *et al.*, 2005, SANTOS *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012). Outra característica importante de seu uso como adubo orgânico é seu efeito positivo no controle do estágio de vida livre de parasitas gastrintestinais em ovinos (MARANGUAPE *et al.*, 2020).

Nesse contexto, este estudo foi conduzido para avaliar os efeitos da torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja e a torta de mamona *in natura* em substituição à ureia, sobre as características estruturais do dossel do capim-tamani (*Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani), os aspectos comportamentais e os parâmetros fisiológicos de ovinos terminados em pastagem irrigada, sob lotação contínua.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Descrição da área experimental

Todos os procedimentos do presente experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, protocolo nº 001/2017. O estudo foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos no município de Sobral – CE, Brasil, localizada a 3°44'50" de latitude sul, 40°21'28" de longitude oeste, no período de outubro de 2019 a janeiro de 2020. O clima da região é o BSh, semiárido quente (KÖPPEN, 1936). Os dados climáticos foram coletados em estação meteorológica instalada na área experimental, durante o período experimental. As médias de 29,57 °C, 66,54%, 1881,03 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 7,75 mm.dia⁻¹, foram observadas para temperatura, umidade, radiação e precipitação, respectivamente.

3.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos consistiram no uso da torta de mamona como insumo alternativo na dieta para ovinos em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico nitrogenado em substituição à ureia, sendo: ovinos suplementados com ração contendo farelo de soja e pasto adubado com ureia (FSUR); ovinos suplementados com ração contendo torta de mamona destoxificada e pasto adubado com ureia (TMdUR); ovinos suplementados com ração contendo farelo de soja e pasto adubado com torta de mamona *in natura* (FSTM) e ovinos suplementados com ração contendo torta de mamona destoxificada e pasto adubado com torta de mamona *in natura* (TMdTM). Para o ensaio de comportamento e avaliações

fisiológicas, utilizou-se um delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos (FSUR, TMdUR, FSTM e TMdTM), sob medidas repetidas no tempo e oito repetições (ovinos), enquanto para avaliação das características estruturais do pasto de capim-tamani, optou-se por um delineamento em blocos ao acaso com arranjo fatorial 2 x 2, sendo duas fontes de adubação nitrogenada (mineral na forma de ureia e orgânica na forma de torta de mamona *in natura*) e dois suplementos (com e sem torta de mamona destoxificada), com a distribuição de quatro animais por piquetes em quatro repetições (piquetes), totalizando 16 ovinos por tratamento. O croqui da área é apresentado na (Figura 1).

Foram utilizados 64 ovinos da raça Santa Inês, sendo 32 machos castrados e 32 fêmeas, com média de idade de $3,60 \pm 0,60$ meses e peso inicial de $19,42 \pm 3,60$ kg. Foram utilizadas 18 ovelhas como animais de equilíbrio, com peso corporal (PC) de $35,00 \pm 3,53$ e aproximadamente, cinco anos de idade, também manejadas sob lotação contínua, recebendo suplementação concentrada, conforme os animais de prova.

Figura 1 – Representação esquemática da distribuição dos tratamentos experimentais após sorteio

P8 T2R2	P7 T4R2	P6 T3R2	P5 T1R2	P4 T4R1	P3 T3R1	P2 T2R1	P1 T1R1	Área de reserva	
Alim. TMd + Adub. UR	Alim. TMd + Adub. TM	Alim. Fs + Adub. TM	Alim. Fs + Adub. UR	Alim. TMd + Adub. TM	Alim. Fs + Adub. TM	Alim. TMd + Adub. UR	Alim. Fs + Adub. UR		
Brinco 19310 19455 19357 19362	Brinco 19406 19439 19454 19356	Brinco 19368 19440 19329 19313	Brinco 19330 19345 19457 19355	Brinco 19330 19309 19370 19451	Brinco 19381 19309 19370 19352	Brinco 19431 19349 19366 19352	Brinco 19436 19369 19395 19407		Brinco 19438 19322 19375 19445
P9 T1R3	P10 T3R3	P11 T2R3	P12 T4R3	P13 T3R4	P14 T1R4	P15 T4R4	P16 T2R4		
Alim. Fs + Adub. UR	Alim. Fs + Adub. TM	Alim. TMd + Adub. UR	Alim. TMd + Adub. TM	Alim. Fs + Adub. TM	Alim. Fs + Adub. UR	Alim. TMd + Adub. TM	Alim. TMd + Adub. UR	Área de reserva	
Brinco 19468 19453 19393 19462	Brinco 19401 19429 19386 19344	Brinco 19351 19392 19364 19361	Brinco 19388 19343 19382 19383	Brinco 19467 19384 19414 19456	Brinco 19376 19387 19314 19307	Brinco 19458 19412 19411 19350	Brinco 19464 19410 19435 19380		
Angico									
Área de reserva									

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.3 Estabelecimento da pastagem e destoxificação da torta de mamona

Foi realizada colheita de solo na camada de 0,00-20,00 cm de profundidade para as avaliações dos atributos físicos e químicos. O solo da área experimental classificou-se como Luvissole Crômico Órtico (SANTOS *et al.*, 2013) e apresentou as seguintes características: pH=6,80; Matéria orgânica= 17,27 g.kg⁻¹; P=23,00 mg.kg⁻¹; K=0,20 cmolc.kg⁻¹; Ca=11,50 cmolc.kg⁻¹; Mg=3,40 cmolc.kg⁻¹; H+Al= 1,98 cmolc.kg⁻¹; Al=0,00 cmolc.kg⁻¹; Soma de bases (SB)=15,10 cmolc.kg⁻¹ Capacidade de troca catiônica (CTC)=17,08 cmolc.kg⁻¹; V=89,00%. O solo apresentava para S; Na; Cu; Fe; Zn; Mn; B os valores de 153,00; 23,00;

40,00; 80,00; 13,00; 159,00 e 1,30 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, respectivamente. Já, para Argila; Silte; Areia Grossa e Areia Fina, os valores obtidos foram, respectivamente, de: 161,00; 219,00; 327,00; 293,00 $\text{g}.\text{kg}^{-1}$.

Com base na análise de solo, realizou-se a adubação de fundação com o formulado 06:28:16 para atender à recomendação de 40:70:40 kg de NPK, além de 40,00 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de micronutrientes FTE BR-12 (CANTARUTTI *et al.*, 1999). Ainda na fundação, como fonte nitrogenada utilizou-se o sulfato de amônio. Previamente, a área passou por tratamentos culturais mecanizáveis: destoca, aração e gradagem. O pasto de capim-tamani foi implantado em 12 de julho de 2019, com o auxílio de uma plantadeira hidráulica de quatro linhas. Utilizou-se uma quantidade de sementes equivalente a 20,00 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$, semeadas a uma distância de 40,00 cm entre linhas e 2,00 cm de profundidade.

A área era dotada de um sistema de irrigação do tipo aspersão fixa de baixa pressão, com pressão de serviço $< 2,50 \text{ kgf cm}^2$, onde a irrigação era realizada diariamente, no período noturno. A lâmina d'água aplicada correspondeu a uma evapotranspiração da cultura média de 6,90 $\text{mm}.\text{dia}^{-1}$, com eficiência de aplicação de 75,00%. A avaliação da uniformidade de distribuição de água pelo sistema foi realizada com auxílio de pluviômetros espaçados a uma distância de 3,00 x 3,00 m, a uma altura de 0,50 m do solo, em dois piquetes alternados diagonalmente.

A torta de mamona foi adquirida na Bioenergy Brazil Indústria e Comércio LTDA, localizada no município de Monsenhor Tabosa, Ceará, a partir da extração mecânica (prensagem) do óleo da semente, utilizando temperaturas entre 90 e 100°C. O armazenamento do subproduto foi realizado em embalagens de rafia de polipropileno com capacidade de 50,00 kg sobre estrado de madeira, em galpão fechado, até a utilização no experimento.

A torta de mamona *in natura*, utilizada na forma de adubo orgânico apresentou valores para N; P; K; Ca; Mg, S de 55,02; 12,00; 15,70; 6,50; 8,70; 1,60 $\text{g}.\text{kg}^{-1}$ e relação C:N= 5,20, enquanto para Cu; Fe; Zn; Mn e B os valores foram de 26,00; 532,00; 168,00; 62,00 e 7,00 $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$. A torta de mamona destinada à suplementação dos animais foi destoxificada com óxido de cálcio (CaO), na proporção de 90,00 g (CaO) por quilograma de torta e dissolvidos em 2,50 litros de água (ANDRADE *et al.*, 2019).

3.2.4 Manejo geral da pastagem e dos animais

O pasto de capim-tamani foi adubado conforme os tratamentos com ureia (45,00% N) ou torta de mamona *in natura* (5,00% N), respectivamente. Seguiu-se à recomendação de 450,00 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, conforme Vasconcelos *et al.* (2020) e manejo do pasto a uma altura

média de 22,00 cm. Foi utilizado um total de 66,00 kg de ureia e 592,00 kg de torta de mamona *in natura* por ciclo. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, para as adubações químicas e orgânicas. Ambas as aplicações foram fracionadas igualmente, sendo aplicadas no início (12 dias) e na metade (12 dias) dos ciclos produtivos da cultura, de 24 dias cada. A pastagem foi manejada sob lotação contínua com taxa de lotação variável (MOTT & LUCAS, 1952). A área total correspondeu a 1,00 ha, dividida em 16 piquetes de 500,00 m^2 cada, sendo esses destinados aos pastejo dos animais experimentais e dois piquetes para alocação dos animais de equilíbrio (Figura 1). Todos os piquetes foram delimitados com cerca de tela, providos de comedouros, bebedouros, saleiros e telas de sombreamento de 2,00 x 3,00 m, com 50,00% de transmitância de luz.

Os ovinos machos foram castrados com castrador tipo “burdizzo” no início do experimento, conforme Resolução CFMV nº 877 de fevereiro de 2008 (CFMV, 2008). Antes de serem alocados nos piquetes, os animais foram tratados com antiparasitários à base de Closantel sódico 10,00% (10,00 mg.kg^{-1}) e Cloridrato de levamisol 5,00% (5,00 mg.kg^{-1}), e confirmada a ausência de infecção por parasitas gastrintestinais, através da contagem de OPG.

As rações à base de milho, soja ou torta de mamona destoxificada foram formuladas para ganho de peso corporal médio diário de 200,00 g.dia^{-1} , na proporção de (14,00%) proteína bruta (PB) e (67,90%) de nutrientes digestíveis totais (NDT), conforme Miranda (2018), com o intuito de oferecer uma ração de maior resiliência parasitária aos ovinos em pastejo, reduzindo os efeitos provocados pela hemoncose. A composição química dos ingredientes e suas proporções estão demonstradas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Itens (g.kg^{-1} de Matéria seca)	Ingredientes				
	CTu	CTt	FM	FS	TMd
Matéria seca	954,80	956,80	889,90	902,40	931,20
Matéria orgânica	877,50	874,30	932,10	985,10	846,40
Matéria mineral	122,50	125,70	18,50	14,90	153,60
Proteína bruta	101,30	101,40	101,50	489,40	301,30
Proteína insolúvel em detergente neutro	38,10	40,30	25,00	30,50	129,40
Proteína insolúvel em detergente ácido	10,00	7,30	20,60	33,10	81,30
Extrato etéreo	36,40	31,60	58,00	43,80	78,30
Carboidratos totais	739,80	741,30	822,00	451,90	466,80
Carboidratos não fibrosos	16,80	3,80	659,60	271,40	136,60
Carboidratos estruturais	720,30	737,50	163,00	180,50	330,20
Fibra em detergente neutro	758,10	764,70	191,90	192,90	355,20
FDN corrigido para cinzas e proteína	723,00	737,50	163,00	180,50	330,20
Fibra em detergente ácido	366,70	372,00	54,00	39,70	328,50
Lignina	13,30	15,70	6,10	1,30	36,00
Hemiceluloses	391,40	392,70	137,90	153,20	26,70
Nutrientes digestíveis totais	574,70	565,20	861,30	853,60	695,20

Fonte: Dados da pesquisa.

CTu- Capim-tamani adubado com ureia; CTt- Capim-tamani adubado com torta de mamona *in natura*; FM- Farelo de milho; FS- Farelo de soja; TMd- Torta de mamona destoxificada.

O suplemento foi fornecido na proporção de 1,80% do PC, considerando o consumo diário de matéria seca equivalente a 3,60% do PC (NRC, 2007). O sal mineral foi fornecido à vontade na parte da manhã, e o suplemento concentrado diariamente, às 17h e 30min, melhor horário observado em função da menor atividade de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), presentes nos cochos.

Tabela 2 – Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item (% matéria seca)	Proporções dos ingredientes	
	Ração padrão	Ração alternativa
Capim-tamani	51,13	46,95
Farelo de milho	39,10	33,42
Farelo de soja	9,77	----
Torta de mamona destoxificada	----	16,45
Óleo de soja	----	3,18
Sal mineral ¹	À vontade	
Total	100	100
Itens (g.kg ⁻¹ de Matéria seca)	Composição química da dieta	
Matéria seca	924,80	931,00
Matéria orgânica	908,50	862,00
Matéria mineral	72,10	89,70
Proteína bruta	139,30	131,10
Proteína insolúvel em detergente neutro	32,80	48,00
Proteína insolúvel em detergente ácido	16,40	20,40
Extrato etéreo	44,30	79,70
Carboidratos totais	744,20	699,20
Carboidratos não estruturais	289,50	247,50
Carboidratos estruturais	454,70	451,60
Fibra em detergente neutro	483,20	480,00
FDN corrigido para cinzas e proteína	454,70	451,60
Fibra em detergente ácido	213,80	245,50
Lignina	9,90	14,80
Hemiceluloses	269,30	234,50
Nutrientes digestíveis totais (NRC, 2001)	711,60	735,60

Fonte: Dados da pesquisa.

Ração padrão: à base de farelo de milho e soja e Ração alternativa: à base de farelo milho e torta de mamona destoxificada. ¹Composição: fósforo – 65,00 g; cálcio – 177,50 g; enxofre - 20,00 g; magnésio – 8,00 g; sódio - 162,00 g; cobalto – 0,04 g; zinco – 1,90 g; manganês – 1,35 g; iodo – 0,071 g; selênio – 0,02 g; flúor – 0,76 g; cobre – 0,20 g e veículo - 1.000 g.

3.2.5 Avaliação das características estruturais do dossel

Diariamente, com o auxílio de bastão graduado retrátil, foi registrada a altura média do pasto (ATL), por amostragem de trinta e cinco pontos por piquete. A avaliação do índice de área foliar (IAF) e da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) foram realizadas por meio do analisador PAR/LAI em Agricultura modelo Accupar LP-80 (Decagon Devices®). Foram tomadas doze leituras em pontos representativos de cada unidade experimental (piquetes), sendo seis leituras realizadas (interna e externa) de cada gaiola de exclusão, com área de 0,50 x 0,50 m². Com auxílio do clorofilômetro (Chlorophyll Meter SPAD-502), foi realizada a mensuração do índice relativo de clorofila (IRC) em oito folhas recém-expandidas por piquete.

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi estimada pela contagem de todos os perfilhos vivos contidos em duas molduras de 0,50 x 0,50 m, em cada piquete. Ao final de cada ciclo de crescimento da cultura, foram determinadas em cada piquete o número de folhas vivas por perfilho (NFV), obtido pela contagem do número de novas folhas expandidas de cinco perfilhos intactos, localizados dentro de duas gaiolas de exclusão, alocadas em cada piquete. Para essa contagem, atribuiu-se o valor 1,00 para folhas expandidas e o valor 0,50 para folhas emergentes.

Ao final de cada ciclo, foram quantificadas as biomassas de forragem total (BFT), de forragem verde (BFV), de lâmina foliar verde (BLV), de colmo verde (BCV), bem como as relações material-vivo/morto (MV/MM) e lâmina foliar/colmo (LF/C), estimados a partir da média de duas amostras colhidas com a mesma moldura utilizada para a contagem da densidade populacional de perfilhos (DPP), sendo o corte realizado rente ao solo e em cada piquete. Posteriormente, no laboratório, as amostras foram fracionadas e acondicionadas em sacos de papel perfurados, pesadas, identificadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55,00°C, até atingirem peso constante, sendo novamente pesadas.

3.2.6 Avaliação do comportamento animal em pastejo

O ensaio de comportamento foi realizado no dia 12 de dezembro de 2019, com avaliação realizada ao longo do período de 24 horas, sempre com os mesmos observadores, previamente treinados. Dois observadores foram designados para cada quatro piquetes, e se revezavam em turnos de três horas. Na véspera do ensaio, oito cordeiros de cada tratamento, foram enumerados no costado e no dorso com tinta spray para auxiliar na identificação durante a avaliação. Por uma semana, durante o período noturno, os observadores foram aos piquetes para habituar os animais à sua presença e a presença de luminosidade proveniente de

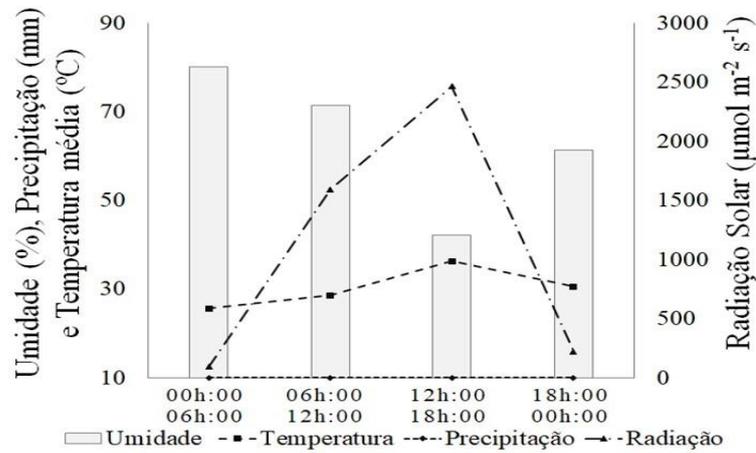
lanternas utilizadas para auxiliar na visualização dos animais durante o ensaio, quando necessário.

O ensaio de comportamento teve início às seis horas da manhã, onde as avaliações consistiram em dois modos de mensuração, sendo as atividades contínuas registradas em intervalos de 10,00 minutos (tempo em pastejo, tempo em ruminção, tempo em ócio ou em outras atividades) e as atividades pontuais (defecação, micção, ingestão de água e ingestão de sal) registradas cada vez que os animais as executavam. Os dados foram tabulados em intervalos de seis horas. Dessa forma, foram obtidos quatro períodos de avaliação (06:00-12:00; 12:00-18:00; 18:00-00:00; 00:00-06:00 horas). Os dados referentes às atividades contínuas foram tabulados em minutos do tempo total de cada intervalo de seis horas. Já as atividades pontuais, foram tabuladas na forma de frequência (número de vezes que cada animal, na média dos oito, realizou determinada atividade durante o intervalo de seis horas).

3.2.7 Avaliação dos parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos: frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e temperatura superficial corpórea (TSC) foram aferidas, nesta ordem, a fim de diminuir a influência do estresse de contenção física, durante três dias consecutivos, nos seguintes horários: das 06:00 às 08:00 horas e das 12:00 às 14:00 horas. A TR, expressa em graus centígrados, foi determinada através de um termômetro clínico digital (Techline® TS-101PM) introduzido diretamente no reto do animal, até estabilização. Com auxílio de termômetro infravermelho digital sem contato (ICEL-Manaus®- TD-950), foi obtida a TSC, sendo essa, a média aritmética das temperaturas obtidas em cinco regiões determinadas do corpo: temperatura superficial da frente (TSF), do pescoço (TSP), do lombo (TSL), do costado (TSC), e do ventre (TSV). A FC foi obtida com o auxílio de estetoscópio posicionado do lado esquerdo do animal, na região cardíaca (3°- 4° espaço intercostal), enquanto a FR, foi mensurada contando-se o número de movimentos do flanco. Em ambas as aferições, o tempo de avaliação foi de 15,00 segundos e o valor obtido multiplicado por quatro para expressá-los por minuto (batimentos/minutos) e (movimentos/minuto). Na Figura 2, são apresentados os dados climáticos coletados em uma estação meteorológica instalada na área experimental, durante o período de avaliações comportamentais e fisiológicas dos animais.

Figura 2 – Umidade relativa (%), precipitação (mm), temperatura média (°C) e radiação solar ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) durante o período das avaliações comportamentais e fisiológicas



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.8 Descrição dos procedimentos estatísticos

Os dados foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e de homocedasticidade (Levene) e, atendida as pressuposições, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. A interação dieta x adubação foi desdobrada somente quando significativa a 5,00% de probabilidade. Para avaliar os efeitos de dieta e adubação, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5,00% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS, versão 9.4 (SAS, 2005), segundo o modelo:

Para os aspectos comportamentais e parâmetros fisiológicos do animal, foi utilizado o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \gamma_{jk} + \delta_l + (\alpha\delta)_{jl} + (\beta\delta)_{kl} + (\alpha\beta\delta)_{jkl} + \varepsilon_{ijkl},$$

Onde, Y_{ijkl} = valor da i -ésima unidade experimental, que recebeu a combinação de tratamentos referente a j -ésima dieta e k -ésima adubação avaliada na l -ésima medida repetida; μ = efeito da média geral; α_i = efeito da dieta; β_j = efeito da adubação; $(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito de interação entre dieta e adubação; γ_{jk} = efeito aleatório do erro associado às unidades experimentais; δ_l = efeito da medida repetida; $(\alpha\delta)_{jl}$ = efeito de interação entre dieta e medida repetida; $(\beta\delta)_{kl}$ = efeito de interação entre adubação e medida repetida; $(\alpha\beta\delta)_{jkl}$ = efeito de interação entre dieta, adubação e medida repetida; ε_{ijkl} = efeito do erro aleatório associado a cada observação, assumindo uma distribuição normal.

Para as características estruturais do pasto:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk},$$

Onde, Y_{ijk} = valor da unidade experimental no i-ésimo bloco, que recebeu a combinação de tratamentos referente a j-ésima dieta e k-ésima adubação; μ = efeito da média geral; γ_i = efeito do bloco; α_j = efeito da dieta; β_k = efeito da adubação; $(\alpha\beta)_{jk}$ = efeito de interação entre dieta e adubação; ε_{ijk} = efeito do erro aleatório, assumindo uma distribuição normal.

3.3 Resultados

Foi observado efeito da ração para as variáveis índice de área foliar ($P < 0,01$), interceptação luminosa ($P < 0,01$), altura ($P < 0,05$) e relação lâmina folha/colmo ($P < 0,01$). As demais variáveis não apresentaram efeito ($P > 0,05$) (Tabela 3). Valores de 2,47 e 2,05 foram verificados, respectivamente, para as variáveis IAF e relação LF/C nos pastos cujos ovinos foram suplementados com a ração contendo torta de mamona destoxificada (TMd), em relação àqueles cujos ovinos foram suplementados com a ração à base de farelo de soja (FS), com valores de 2,17 e 1,70, respectivamente.

Tabela 3 – Características estruturais do capim-tamani irrigado e manejado sob lotação contínua utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia

Variáveis	Manejos adotados				EPM ¹	p-valor		
	Ração		Adubo			Raç ²	Adub ³	Raç*Adub ⁴
	FS	TMd	UR	TM				
IAF	2,17B	2,47A	2,52a	2,12b	0,06	**	**	ns
IL(%)	62,77B	67,61A	68,89a	61,48b	1,56	**	**	ns
IRC (unid. SPAD)	23,26	23,26	23,79	23,14	0,27	ns	ns	ns
ALT(cm)	22,03B	22,96A	23,38a	21,60b	0,26	*	**	ns
DPP(perfilhos.m ⁻²)	1.532	1.484	1.592a	1.420b	6,32	ns	**	ns
NFV/perfilho (folhas.perfilhos ⁻¹)	2,15A	2,04B	2,14A	2,04B	0,05	**	**	ns
BFT(kg Ms.ha.ciclo ⁻¹)	3.822	3.625	4.040	3.407	208,35	ns	ns	ns
BFV(kg Ms.ha.ciclo ⁻¹)	2.450	2.425	2.758a	2.117b	159,73	ns	*	ns
BLF(kg Ms.ha.ciclo ⁻¹)	1.473	1.621	1.807a	1.287b	119,95	ns	*	ns
BCV(kg Ms.ha.ciclo ⁻¹)	976,30	804,0	950,20	830,10	59,73	ns	ns	ns
Relação MV/MM	1,90	1,97	2,08a	1,78 b	0,06	ns	**	ns
Relação LF/C	1,70B	2,05A	1,99a	1,77 b	0,06	**	*	ns

Fonte: Dados da pesquisa.

IAF- índice de área foliar; IL- interceptação luminosa; IRC- índice relativo de clorofila; ALT- altura do pasto; DPP- densidade populacional de perfilhos; NFV/perfilho- número de folhas vivas/perfilho; BFT- biomassa de forragem total; BFV- biomassa de forragem verde; BLF- biomassa de lâmina foliar; BC- biomassa de colmo; MV/MM- relação material vivo/material morto e LF/C- relação lâmina folha/colmo. FS- Farelo de soja; TMd- Torta de mamona destoxificada; UR- Ureia; TM- Torta de mamona *in natura*. Médias seguidas de letras distintas

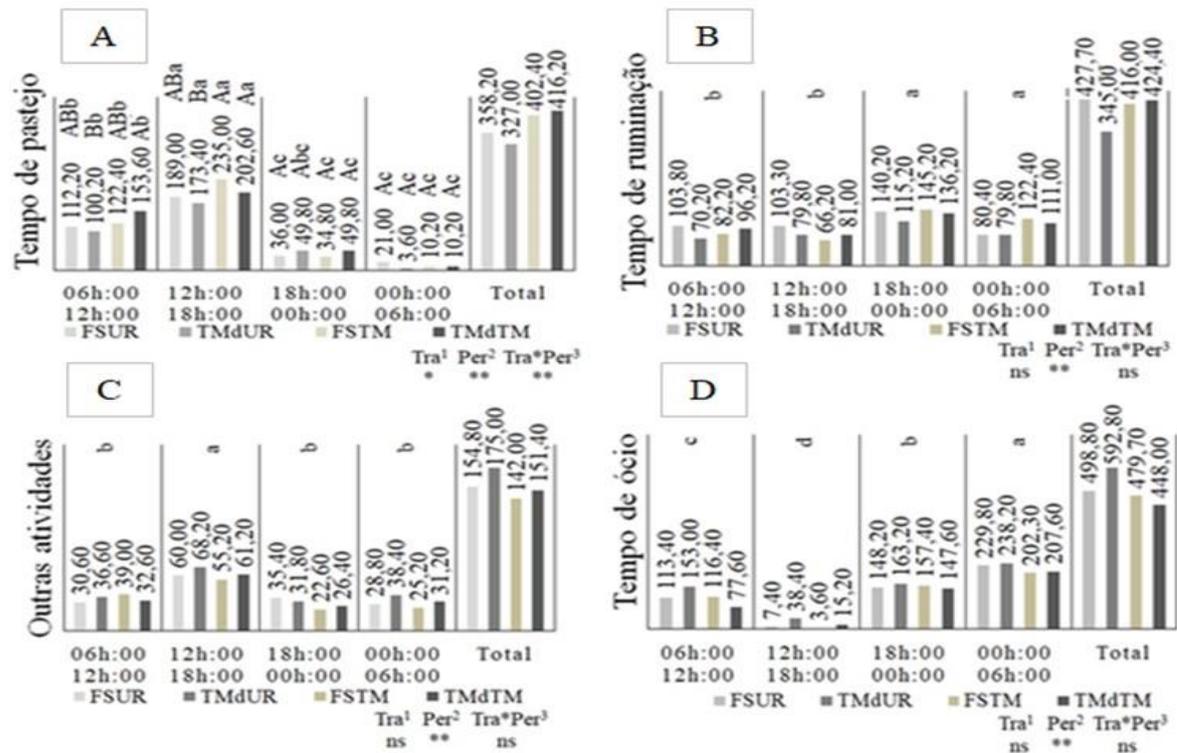
maiúsculas nas linhas entre as rações e de letras minúsculas nas linhas entre os adubos diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01^{**}$; $P < 0,05^{*}$; não significativo^{ns}). ¹Erro padrão da média; ²Efeito de dieta; ³Efeito de adubo; ⁴Efeito da interação entre ração e adubo.

Considerando o fator adubo, observaram-se efeitos para as variáveis IAF ($P < 0,01$), IL ($P < 0,01$), ALT ($P < 0,01$), DPP ($P < 0,01$), NFV/perfilho ($P < 0,01$), MV/MM ($P < 0,01$), BFV ($P < 0,05$), BLV ($P < 0,05$) e relação LF/C ($P < 0,05$). Nenhuma diferença ($P > 0,05$) foi observada para variáveis IRC e BFT. Os valores de IAF variaram entre 2,12 e 2,52, sendo superiores onde os animais foram suplementados com TMd e nos pastos adubados com ureia. A adubação com ureia proporcionou acréscimos de 15,90; 7,61 e 4,67% nas variáveis IL, ALT e NFV/perfilho, quando comparadas a adubação orgânica (TM *in natura*). A maior densidade populacional de perfilhos, de 1.592 perfilhos.m⁻², foi observada em pastos adubados com ureia. A variável IRC apresentou valor médio de 23,36 unid. SPAD. O valor médio entre os tratamentos para a BFT foi de 3.723,40 kg de MS.ha.ciclo⁻¹ e não houve diferença ($P > 0,05$). O tratamento fertilizado com UR apresentou a maior produção de BFV e BLV, com valores de 2.758,00 e 1.807,00 kg de MS.ha.ciclo⁻¹.

Para as variáveis comportamentais contínuas, houve interação (tratamentos x período) apenas para o tempo de pastejo, onde foi observado o valor de 327,00 minutos.dia⁻¹ para os ovinos mantidos nos pastos fertilizados com ureia e suplementados com a ração contendo torta de mamona destoxificada (TMdUR), sendo inferior aos demais, no período diurno (Figura 3A). Os animais suplementados com a ração contendo TMd e mantidos nos pastos fertilizados com ureia (TMdUR) apresentaram redução de 65,00 minutos.dia⁻¹ no tempo de pastejo, quando comparados à média dos demais manejos (392,23 minutos.dia⁻¹).

Para as variáveis tempo de ruminação, outras atividades e ócio (Figuras 3B, C e D), observou-se efeito ($P < 0,01$) apenas para o fator período. Na média dos tratamentos, o tempo gasto pelos animais na atividade de ruminação foi de 403,00 minutos.dia⁻¹, concentrando-se no período noturno (Figura 3B). Os tempos médios despendidos pelos ovinos em outras atividades e em ócio foram de 155,80 e 504,80 minutos.dia⁻¹, concentrados nos intervalos entre 12:00-18:00 e 00:00-06:00 horas, respectivamente.

Figura 3 – Atividades realizadas (minutos.dia⁻¹) por ovinos mantidos em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia

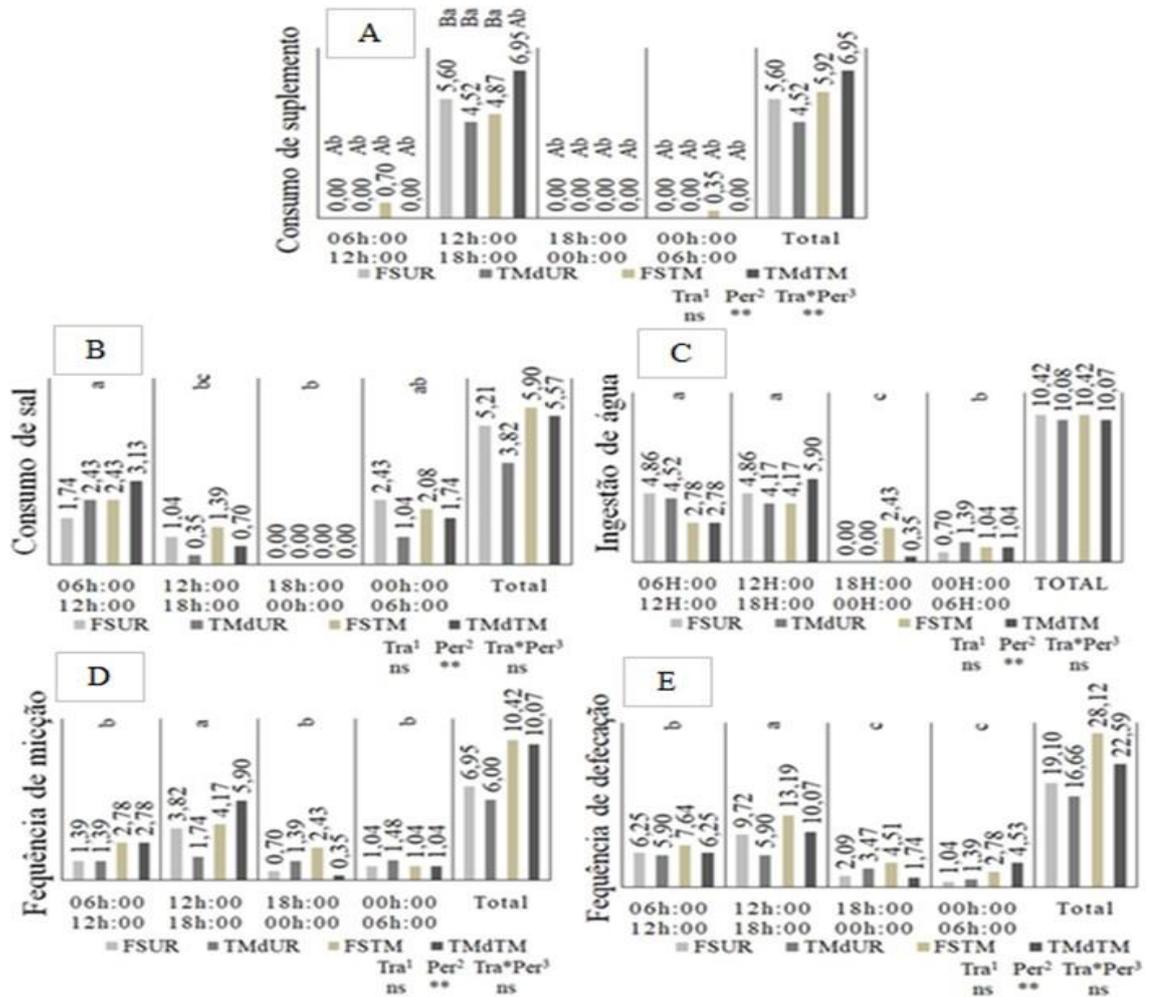


Fonte: Elaborado pelo autor.

Médias seguidas de letras maiúsculas para tratamentos e minúsculas para períodos diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,01$ (**), $P < 0,05$ (*) e não significativo (ns) ($P > 0,05$). ¹Efeito do tratamento; ²Efeito de período; ³Efeito da interação entre tratamento e período.

Para as variáveis pontuais, houve interação (tratamento x período) apenas para frequência de consumo do suplemento concentrado (Figura 4A). A maior frequência de consumo de suplemento concentrado coincidiu com o intervalo de 12:00-18:00 horas, devido ao horário do fornecimento (17h e 30min). Foi verificado consumo de sal mineral nos intervalos de 00:00-06:00 horas (Figura 4B). A frequência de ingestão de água foi mais expressiva nos intervalos entre 06:00-12:00 e das 12:00-18:00 horas (Figura 4C). Observou-se efeito ($P < 0,01$) de período para as atividades pontuais micção e defecação, sendo mais frequentes nos intervalos de maior pastejo, das 12:00-18:00 horas (Figura 4D e E).

Figura 4 – Atividade realizadas (número de vezes.ovino.dia⁻¹) por ovinos mantidos em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia

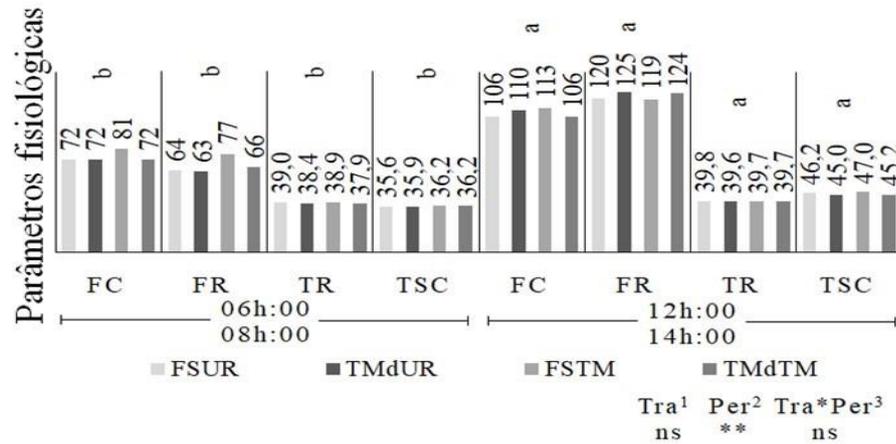


Fonte: Elaborado pelo autor.

Médias seguidas de letras maiúsculas para tratamentos e minúsculas para períodos diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,01$ (**), $P < 0,05$ (*) e não significativo (ns) ($P > 0,05$). ¹Efeito do tratamento; ²Efeito de período; ³Efeito da interação entre tratamento e período.

As variáveis fisiológicas: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura de superfície corporal (CET) foram afetadas apenas pelo período, com valores médios de 109,00 batimentos.minuto⁻¹; 122 movimentos.minuto⁻¹; 39,70 e 45,85°C, sendo mais elevadas no período da tarde, de 12:00-14:00 horas. Os menores valores, de 74,00 batimentos.minuto⁻¹; 68,00 movimentos.minuto⁻¹; 38,55 e 35,98°C foram verificados no período da manhã 06:00-08:00 (Figura 5).

Figura 5 – Avaliação dos parâmetros fisiológicos de ovinos mantidos em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia



Fonte: Elaborada pelo autor.

FC- Frequência cardíaca (batimentos/minuto); FR- frequência respiratória (movimento/minuto); TR- temperatura retal (°C) e TSC- temperatura da superfície corporal (°C). Médias seguidas de letras maiúsculas para tratamentos e minúsculas para períodos diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,01$ (**), $P < 0,05$ (*) e ausência de letra ($P > 0,05$). ¹Efeito do tratamento; ²Efeito de período; ³Efeito da interação entre tratamento e período.

3.4 Discussão

O acréscimo do IAF no pasto adubado com UR está relacionado à maior DPP e BLV (Tabela 3), sendo estas variáveis influenciadas pela adubação química nitrogenada (MARTUCELLO *et al.*, 2015). A ureia é um fertilizante químico que possui elevado teor de nitrogênio e alta solubilidade, estando prontamente disponível para a planta, o que contribuiu para um rápido aumento no NFV/perfilho e IAF (PEARSON & ISON, 1987), otimizando, assim, a IL e, conseqüentemente, a capacidade fotossintética do dossel, com incrementos da BFV, BLV, relação MV/MM e LF/C.

Comportamento semelhante para a variável IAF foi observado nos pastos em que os ovinos foram suplementados com rações contendo TMd. Supõe-se que a redução do tempo médio de pastejo, em particular para o tratamento TMdUR, possa ter contribuído para o resultado (Figura 3). Essa redução no tempo de pastejo pode estar relacionada à menor digestibilidade da matéria seca (DMS), de 62,71%, da ração contendo TMd quando comparada ao suplemento à base de FS, de 68,58%, devido à maior quantidade de fibra em detergente ácido (FDA) e de extrato etéreo (EE) da dieta. Em parte, os maiores valores de FDA e de ligninas na dieta contendo TMd, associado ao maior teor de EE influenciaram na menor DMS. A presença média de 15,00% de casca na torta de mamona durante o processo

de extração do óleo na agroindústria elevou os teores de FDN e de FDA desse alimento. O valor nutritivo dos subprodutos da extração de óleo das sementes desta oleaginosa depende diretamente do método de extração, da espécie, do grau de decorticação da semente (remoção da casca da semente) e do processamento do produto resultante.

De acordo com Jung & Deetz (1993), as ligninas estão contidas na fração FDA, correspondendo à parte não digerível dos vegetais e são consideradas o principal fator limitante da digestibilidade. Além disso, o maior teor de extrato etéreo na dieta contendo TMD também pode ter contribuído para redução da digestibilidade da MS, principalmente devido ao efeito inibidor causado aos microrganismos celulolíticos ruminais, afetando sua atividade (JENKINS & HARVATINE, 2014).

O índice relativo de clorofila (IRC) gera informações associadas à quantificação de nitrogênio das folhas (MENGEL & KIRKBY, 2001), as quais estão associadas ao potencial fotossintético das plantas. Tanto a adubação orgânica quanto a mineral asseguram um aporte equitativo de nitrogênio à gramínea, obtendo produtividades semelhantes de BFT (kg de MS.ha.ciclo⁻¹) entre os tratamentos avaliados. A relação C:N (5,20) da TM *in natura* utilizada no experimento contribuiu positivamente para a resposta, pois baixa relação C:N aumenta a mineralização e a disponibilidade de nutrientes pelos microrganismos para a planta (SILVA *et al.*, 2014).

O capim-tamani mostrou plasticidade fenotípica favorável ao manejo do pastejo sob lotação contínua preconizada com ovinos, apresentando estabilidade na população de perfilhos durante todo período experimental para ambos os insumos avaliados. A maior densidade populacional de perfilhos observada nos pastos adubados com ureia é reflexo da intensa ativação dos tecidos meristemáticos, que interagindo com a disponibilidade hídrica e intensidade luminosa promoveu o incremento no fluxo de órgãos vegetais (DURU; DUCROCQ, 2000), o que refletiu em aumento da taxa de alongamento foliar (POMPEU *et al.*, 2010; ALEXANDRINO *et al.*, 2004), com a consequente elevação da DPP e da área foliar.

Apesar disso, a DPP quantificada neste estudo para a mesma condição de adubação realizada por Vasconcellos *et al.* (2020), avaliando as características morfogênicas e estruturais do capim-tamani sob doses crescente de nitrogênio, foi 35,54% menor. A redução da DPP do presente trabalho, em relação ao observado pelos autores supracitados deve-se aos espaçamentos de plantio realizados pelos autores, de 22,00 cm, em relação aos 40,00 cm utilizados entre as linhas, espaçamento mínimo da plantadeira, além da influência do pastejo e pisoteio dos animais sobre a gramínea. A relação MV/MM foi superior nos pastos adubados

com UR, justificado pelo aumento da BFV, em especial pelo incremento da BLV. Independentemente do insumo nitrogenado utilizado, o nitrogênio atua no incremento da produção de células (divisão celular), estando aí a justificativa para este nutriente influenciar diretamente na taxa de alongamento foliar, através do aumento do número de células. Pouco nitrogênio é depositado fora da zona de alongamento celular, indicando que a síntese da RUBISCO depende desse acúmulo de nitrogênio na zona de divisão celular, portanto, déficits de nitrogênio podem comprometer a eficiência fotossintética futura (SKINNER; NELSON, 1995), trazendo consequências para o crescimento e produção de forragem.

A relação LF/C é um importante indicador da qualidade da forragem e quanto maior a relação, maiores os níveis de proteína e de digestibilidade, portanto, influencia diretamente no comportamento ingestivo e no desempenho dos animais em pastejo. Os maiores valores observados para a relação LF/C nos pastos em que os ovinos foram suplementados com ração contendo TmD e nos pastos adubados com ureia (TmDUR) podem estar associados a uma maior BLV e a um efeito indireto do menor tempo de pastejo e consequente menor manipulação da forragem e pisoteio nesses pastos. A redução no tempo de pastejo foi de 65,00 minutos.dia⁻¹, quando comparado à média dos demais manejos adotados (Figura 3A). Infere-se que a maior altura do dossel e a maior produção de BLF contribuíram positivamente para o tamanho do bocado, maximizando o consumo de forragem pelo animal e reduzindo o tempo de pastejo. Segundo Hodgson (1990), a massa de bocado está diretamente relacionada à estrutura do pasto, em particular da altura do dossel, e quanto maior, menor é o tempo de pastejo dos animais (SANTOS *et al.*, 2010).

Além disso, o maior nível de extrato etéreo (7,97%) observados na ração à base de TmD, associado à presença do ácido ricinoleico contido no subproduto (Tabela 2) pode ter influenciado na resposta, pois houve redução DMS. Níveis de EE acima de 7,00% da MS interferem negativamente na atividade da microbiota celulolítica e na fermentação ruminal, reduzindo a digestibilidade e a taxa de passagem do alimento (NRC, 2001; AZEVÊDO *et al.*, 2011; ALVES *et al.*, 2017; BARBOSA *et al.*, 2021). A redução no tempo de pastejo dos ovinos suplementados com ração contendo TmD e pastos adubados com ureia pode ter caracterizado efeito substitutivo, observado em pastos bem manejados com animais recebendo suplementação energética, porém sem decréscimo e efeito ($P > 0,05$) sobre o consumo de matéria seca, dos nutrientes dos ovinos e da taxa de lotação dos pastos no presente estudo. De acordo com Poppi & Mclellan (1995), a suplementação energética apresenta maior potencial de resposta em pastagens de alta qualidade, onde há excesso de compostos nitrogenados solúveis em decorrência do manejo intensivo do pasto (adubação nitrogenada). Nesse caso, o

uso de suplemento energético provê energia adicional para melhor sincronização na síntese de proteína microbiana, reduzindo as perdas e a concentração amoniacal ruminal.

O pico de pastejo concentrou-se nos horários das 12:00-18:00 horas (Figura 3A), onde foi observado *in loco* que, rotineiramente os ovinos iniciavam o pastejo a partir das oito horas e trinta minutos. Infere-se que ao amanhecer o pasto ainda estava úmido, devido à irrigação diária noturna, levando à redução da atividade de pastejo em parte do período da manhã, predominante nas horas de temperaturas mais amenas do dia (GREGORINI, 2018). Adiciona-se o fato de os ovinos estarem recebendo concentrado proteico-energético em pastos manejados intensivamente e que, apesar dos altos teores de FDN do capim-tamani (76,14%), o capim-tamani apresenta baixo teor de FDA (36,93%), caracterizando uma fibra de alta digestibilidade, o que assegurou os requerimentos nutricionais diários dos ovinos, contribuindo também para a saciedade desses animais. De acordo com Baumont *et al.* (2000), a distensão do rúmen provocada pela forragem ingerida, associada à produção de acetato, são os fatores que mais contribuem para a saciedade dos animais. Contudo, o fornecimento do concentrado, com maior proporção de carboidratos não fibrosos na matéria seca, de 59,00%, pode ter interferido na digestão da fibra do pasto (MACEDO JÚNIOR *et al.*, 2007), levando à redução do pH ruminal e efeito negativo na digestão da fibra, decorrente da preferência dos microrganismos por CNF, através da sobreposição das bactérias amilolíticas em relação àquelas que digerem a fibra, na competição pelos mesmos substratos ou pelas enzimas que degradam a fibra, e que podem ser inibidas pelos CNE ou pelos produtos de sua digestão (HOOVER, 1986). O ato de pastejar foi substituído pelas atividades de ruminação, outras atividades e ócio, sendo relevantes o tempo despendido pelos animais no intervalo de 06:00-12:00 horas (Figura 3B, C e D).

O tempo destinado à ruminação foi distribuído em 42,37% durante o dia e 57,63% à noite, predominantemente no período entre 18:00 e 06:00 horas. A ruminação é influenciada pelo tipo de dieta, estando diretamente relacionada ao conteúdo da parede celular dos alimentos volumosos (VAN SOEST, 1991). Neste estudo, pode-se afirmar que as alterações verificadas para as variáveis estruturais dos pastos não comprometeram os teores de FDN das dietas dos ovinos, com média de 48,16% (Tabela 2), não influenciado o tempo de ruminação (Figura 3B).

O tempo atribuído a outras atividades (brincar, caminhar e observar) foi mais expressivo no período de 12:00-18:00 horas, principalmente ao entardecer (Figura 3C). O ato dos animais correrem pelos piquetes foi possivelmente estimulado pelo fato de já estarem saciados, devido à maior concentração de tempo ao pastejo e à oferta do suplemento

concentrado, realizada às 17h e 30min, associada à melhor sensação térmica (Figura 2). Dessa forma, à medida que os animais vão se saciando, boa parte do seu tempo é gasto em outras atividades (HOWERY *et al.*, 1998).

O tempo em ócio foi maior no intervalo de 00:00-06:00 horas, representando 43,47% do tempo total destinado à atividade. Contudo, foi observado comportamento atípico para atividade no horário de 06:00-12:00 horas (Figura 3D). Nesse horário, os animais permaneceram ociosos 22,77% do tempo, o que pode ser explicado pela irrigação noturna diária realizada às 23h e 30min, como relatado anteriormente. Observou-se que os animais aguardavam o pasto úmido secar, para iniciar suas atividades diárias, principalmente de pastejo, predominante neste período (GREGORINI, 2018). Dessa forma, sugere-se o escalonamento da irrigação com turno de rega em até três dias, já que o solo possui textura média (161,00 g.kg⁻¹ de argila), permitindo maior retenção de água no solo e, aumento da lâmina de irrigação, visando a evitar a ociosidade diária dos ovinos no período da manhã, período de grande relevância para otimizar o tempo em atividade de pastejo (POMPEU *et al.*, 2009), permitindo maiores taxas de ganho. Além disso, tal manejo pode reduzir o deslocamento diário de larvas infectantes no pasto provocados pela irrigação diária, prevenindo o aumento da infecção parasitária dos ovinos. Nesse contexto, é de fundamental importância a avaliação da curva de retenção de umidade no solo, permitindo a estimativa da capacidade de armazenamento de água no solo, de acordo com a profundidade de solo considerada.

A mudança no comportamento ingestivo dos animais observada para as variáveis consumo de sal, ingestão de água no período entre 00:00 e 06:00 horas e do suplemento concentrado no intervalo de 06:00 à 12:00 horas foi motivada pela presença de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) na área, com elevada visitação aos cochos, o que inibiu o consumo por completo do suplemento, fornecido às 17h e 30min, em particular no tratamento FSTM (Figura 4A, B e C). A maior frequência de ingestão de água foi verificada nos intervalos de 06:00-12:00 e 12:00-18:00 horas, coincidindo com o pico de pastejo, altas temperaturas e baixa umidade (Figura 2 e 4). Segundo Santos *et al.* (2011), a variável se correlaciona positivamente com a temperatura, sendo importante na reposição da água perdida pela evaporação dos tecidos e por ofego. Associado às condições climáticas, o incremento nas atividades de pastejo e consumo do concentrado observado nesses intervalos contribuiu para o aumento da frequência de ingestão de água. O CMS está diretamente relacionado à ingestão de água, pois a água é essencial no processo digestivo, necessária para a absorção de

nutrientes, eliminação de materiais não digeríveis e de resíduos de produtos, como o calor (NRC, 2001; LANGHANS *et al.*, 1995).

O comportamento verificado para a frequência de micção foi semelhante ao da frequência de ingestão de água, pois ambas atuam no processo de termorregulação dos animais (MADER & DAVIS, 2001) (Figura 4C e D). Além disso, os animais foram submetidos às mesmas condições ambientais e nutricionais, portanto, é compreensível que não ocorressem alterações na frequência de ingestão de água e, conseqüentemente, na frequência de micção. Como não houve diferença no CMS entre os tratamentos, a frequência de defecação não foi afetada, concentrando-se nos intervalos de 06:00-12:00 e 12:00-18:00 horas, horários de maior CMS, devido ao maior tempo de pastejo dos animais (Figura 4E).

As condições climáticas extremas de radiação solar ($2.467 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), temperatura do ar superior a $36,30^{\circ}\text{C}$, associadas à baixa umidade relativa do ar (42,26%) verificadas entre 12:00 e 18:00 horas influenciaram os parâmetros fisiológicos dos ovinos (Figura 2). Filho *et al.* (2011) em trabalho com cordeiros da raça Santa Inês em câmara climática sugeriram que a temperatura de melhor zona de conforto para ovinos seja de $25,00^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 65,00%. O exposto indica que entre 12:00 e 14:00 horas, horário das avaliações fisiológicas, os ovinos estavam fora da faixa de conforto térmico e, inevitavelmente, passaram por ajustes fisiológicos para manter a temperatura corporal dentro de um limite aceitável (BAÊTA & SOUZA, 2012). O incremento médio da temperatura em $10,00^{\circ}\text{C}$ nos ovinos em relação ao período entre 06:00 e 08:00 horas para a temperatura superficial corpórea (TSC) influenciou a frequência respiratória (FR), que apresentou valor médio de $122,00 \text{ movimentos.minuto}^{-1}$, sendo superior em 44,67% no período da tarde (Figura 5). O valor é caracterizado como um estresse alto, próximo a $120,00 \text{ movimentos.minuto}^{-1}$ de acordo com Silanikove (2000), porém o pastejo animal não foi influenciado pelo possível estresse térmico, pois nesse horário, entre 12:00 e 14:00 horas, havia intensa atividade de pastejo.

O valor da frequência cardíaca (FC) seguiu o mesmo padrão de resposta da FR, com aumento de 31,00% na média dos tratamentos no período da tarde. A variável é influenciada pela temperatura ambiente e esta é considerada um indicador de estresse térmico (MENDES *et al.*, 2013). O aumento da FC está relacionado à maior atividade muscular para controlar a FR ou, devido ao incremento da vascularização periférica, na tentativa do animal em dissipar o calor pela pele (FAÇANHA *et al.*, 2019). Segundo Queiroz *et al.* (2015), o intervalo de normalidade para a variável é de 70,00 a $80,00 \text{ batimentos.minuto}^{-1}$, indicando conforto térmico. Nesse contexto, os animais apresentaram ligeira alteração da FC no período

da tarde, com média de 109,00 batimentos.minuto e, normal pela manhã, com média de 74,00 batimentos.minuto⁻¹.

A TR é uma variável de extrema relevância, pois seu aumento é indicativo de incremento calórico, associado ao calor endógeno da dieta, de acordo com Ferreira *et al.* (2021), estando relacionado à redução do desempenho animal, quando a temperatura retal é aumentada em 1,00°C (McDOWELL & JONES, 1974). A variação observada para TR nesse estudo se manteve no intervalo de normalidade (38,84 - 39,75°C) (BEZERRA *et al.*, 2011). Os resultados sugerem que os ovinos da raça Santa Inês são mais adaptados aos sistemas pastoris e eficientes na eliminação do calor, retratando sua adaptabilidade às condições semiáridas e confirmam a hipótese de que as alterações fisiológicas observadas foram decorrentes das condições ambientais e não dos manejos adotados.

3.5 Conclusão

A adubação com torta de mamona *in natura* influencia as características estruturais do capim-tamani irrigado, reduzindo os índices produtivos da pastagem quando comparada à adubação mineral nitrogenada.

A utilização da torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja não altera as atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos dos ovinos.

No manejo intensivo de pastagens, a torta de mamona é mais útil quando destoxificada e utilizada como suplemento, do que *in natura* e utilizada como adubo orgânico.

4 CAPÍTULO II: PARÂMETROS NUTRICIONAIS E DESEMPENHO PRODUTIVO DE OVINOS A PASTO UTILIZANDO A TORTA DE MAMONA COMO SUPLEMENTO OU ADUBO.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o consumo, a digestibilidade, os parâmetros sanguíneos, o desempenho e o padrão de crescimento de ovinos terminados em pastagem irrigada de capim-tamani sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como insumo alternativo. Adotou-se um delineamento em blocos completos casualizados num arranjo fatorial 2 x 2 (duas rações suplementares e dois adubos nitrogenados) com quatro (ovinos ou piquetes, para avaliações do consumo e digestibilidade dos nutrientes, desempenho produtivo e padrão de crescimento e para as avaliações do pasto, respectivamente) ou oito repetições (ovinos, para as avaliações de parâmetros sanguíneos). As rações suplementares incluíam farelo de soja ou torta de mamona destoxificada como fonte proteica e os adubos nitrogenados consistiam de ureia ou torta de mamona *in natura*. Não houve efeito ($P>0,05$) para o acúmulo de forragem total e oferta de forragem, com valores médios de 3.940 kg de MS.ha⁻¹.ciclo⁻¹ e 6,95 kg de MS.100 kg de PC⁻¹.dia⁻¹. Houve interação ($P>0,05$) ração x adubo apenas para consumo de matéria seca do pasto. É verificado efeito ($P<0,05$) de ração para a digestibilidade da matéria seca, sendo superior para ovinos suplementados com ração contendo farelo de soja. O ganho médio diário de 103,75 e 86,76 g.dia⁻¹ é verificado para ovinos suplementados com as rações à base de farelo de soja e torta de mamona destoxificada, respectivamente. O consumo de nutrientes, parâmetros hepáticos e renais dos ovinos não foram afetados pelos manejos adotados, podendo a torta de mamona ser um insumo alternativo na produção animal a pasto. O maior rendimento de peso corporal animal é observado para ovinos suplementados com ração contendo farelo de soja, com valor médio de 3.445 kg.ha.ano⁻¹, sendo 16,50% superior aos ovinos suplementados com ração contendo torta de mamona destoxificada. A taxa de crescimento absoluto é máxima aos 53 dias de idade, com ganho de 144,00 g.animal⁻¹.dia⁻¹. O peso corporal ideal para o abate dos ovinos ocorre aos 230 dias de idade, sugerindo um período de terminação de até 122 dias para os animais em pastejo.

Palavras chaves: aspartato aminotransferase; curva de crescimento; ganho de peso; *Ricinus communis*; Santa Inês.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the intake, digestibility, blood parameters, performance and growth curve of sheep finished on irrigated Tamani grass pasture under continuous stocking, using castor bean cake as an alternative input. This was a 2 x 2 factorial randomized block design, with two supplementary feeds and two nitrogen fertilizers) with four (sheep or paddocks, for assessments of nutrient intake and digestibility, productive performance and growth pattern, for pasture evaluations, respectively) or eight replications (sheep, for the evaluation of blood parameters). Supplementary feeds included soybean meal or detoxified castor cake as a protein source and nitrogen fertilizers consisted of urea or fresh castor bean cake. There was no effect ($P>0.05$) for total forage accumulation and forage supply, with mean values of 3,940 kg DM.ha⁻¹.cycle⁻¹ and 6.95 kg DM.100 kg BW⁻¹.day⁻¹. There was interaction ($P>0.05$) feed x fertilizer only for pasture dry matter intake. There was an effect ($P<0.05$) of feed on dry matter digestibility, with higher values for sheep supplemented with a diet containing soybean meal. Average daily gains of 103.75 and 86.76 g.day⁻¹ were verified for sheep supplemented with diets based on soybean meal and detoxified castor bean cake, respectively. Nutrient intake, hepatic and renal parameters of sheep were not affected by the managements adopted, and the castor bean cake can represent an alternative input in animal production on pasture. The highest body weight yield was observed for sheep supplemented with a diet containing soybean meal, with an average value of 3,445 kg.ha.year⁻¹, 16.50% higher than sheep supplemented with a diet containing detoxified castor bean cake. The absolute growth rate was maximum at 53 days of age, with a gain of 144.00 g.animal⁻¹.day⁻¹. The ideal body weight for sheep slaughter occurs at 230 days of age, suggesting a finishing period of up to 122 days for grazing animals.

Keywords: aspartate aminotransferase; growth curve; weight gain; *Ricinus communis*; Santa Inês.

4.1 Introdução

A sazonalidade anual da produção de forragem é um fator limitante para a produção de ruminantes nos trópicos. Estratégias de manejo têm sido avaliadas com intuito de incrementar a produtividade das pastagens e o desempenho animal, tais como: técnicas de irrigação, uso de adubação nitrogenada e a seleção de gramíneas mais produtivas (LOPES *et al.*, 2020; VASCONCELOS *et al.*, 2020; SCHONS, *et al.*, 2021).

Nos últimos anos, os preços das *commodities* agrícolas, em especial do milho e da soja, principais ingredientes energéticos e proteicos que compõem as dietas dos animais, aumentaram significativamente, impulsionados pelo aumento nas exportações. Na busca de atenuar os custos da suplementação animal, a utilização de subprodutos gerados pela agroindústria torna-se uma alternativa interessante. Dentre eles, destacam-se os subprodutos da cadeia ricinoquímica, como a torta de mamona, obtida no processo de extração do óleo.

A torta de mamona pode ser uma fonte proteica promissora para diminuir os custos de produção em sistemas intensivos e semi-intensivos de criação, já que existe a necessidade da destinação dos subprodutos gerados pelas agroindústrias com a finalidade de prevenir danos ao meio ambiente (POMPEU *et al.*, 2012), sendo atualmente vendida exclusivamente como adubo orgânico. No entanto, este subproduto contém substâncias tóxicas, como: ricina e *ricinus aglutinina* (DANG & VAM DAMME, 2015), o que limita seu uso na forma *in natura* na alimentação animal. Todavia, existem métodos seguros de destoxificação alcalinas (ANDRADE *et al.*, 2019), que podem mitigar efeitos adversos de toxicidade em pequenos ruminantes, revelando-se alternativa promissora à alimentação animal (SANTOS NETO *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2020) pela sua alta disponibilidade, agregando valor ao subproduto e contribuindo com a redução nos custos dos concentrados.

Aplicada na forma de adubo orgânico, a torta de mamona fornece nutrientes essenciais à planta, como: nitrogênio, fósforo, cálcio e micronutrientes, além de apresentar uma baixa relação C:N, o que favorece a mineralização pela microbiota do solo e disponibilidade de nutrientes à planta (SILVA *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2012). Além disso, o subproduto é eficiente no controle do estágio de vida livre de parasitas gastrointestinais em ovinos (SALLES *et al.*, 2019; MARANGUAPE *et al.*, 2020).

Vários são os fatores que podem influenciar a resposta no padrão de crescimento dos ovinos, tais como: idade, raça, manejo e nutrição (NRC, 2007; PEREIRA *et al.*, 2017). A curva de crescimento dos ovinos é sigmoide, caracterizada na puberdade pela rápida deposição de tecido magro, posterior estabilização da deposição de proteínas e, por fim, na

maturidade, maior deposição de gordura (OWENS *et al.*, 1993; LIMA JÚNIOR *et al.*, 2016). Nesse sentido, o estudo da curva de crescimento animal pode auxiliar na elucidação dos padrões de crescimento da espécie, ao relacionar peso e idade, agrupando um grande volume de informações com um pequeno conjunto de parâmetros que podem ser interpretados biologicamente (SILVA *et al.*, 2012) e assim determinar o melhor manejo nutricional para abate ou reprodução (COSTA *et al.*, 2020).

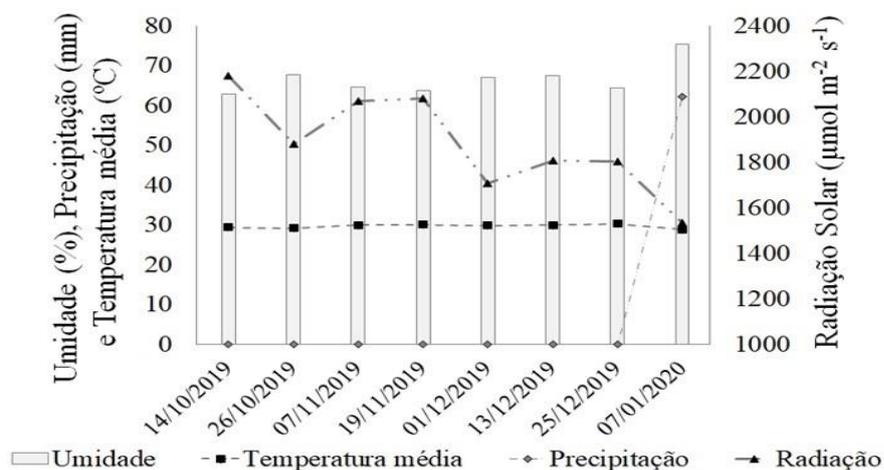
Diante do exposto, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, os parâmetros sanguíneos, o desempenho produtivo e a curva de crescimento de ovinos terminados em pastos de capim-tamani irrigados, sob lotação contínua utilizando a torta de mamona como ingrediente alternativo ao farelo de soja ou como adubo orgânico nitrogenado ao pasto em substituição à ureia.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Descrição da área experimental

Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, protocolo nº 001/2017. O estudo foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos, no município de Sobral – CE, Brasil, localizada a 3°44'50" de latitude sul, 40°21'28" de longitude oeste, no período de outubro de 2019 a janeiro de 2020. O clima da região é o BSh, semiárido quente (KÖPPEN, 1936). Na Figura 6 são apresentados os dados das condições climáticas coletados em estação meteorológica instalada na área experimental, durante o período de avaliação.

Figura 6 – Umidade relativa (%), temperatura média (°C), precipitação (mm) e radiação solar ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do período experimental.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Adotou-se um delineamento em blocos completos casualizados num arranjo fatorial 2 x 2 (duas rações suplementares e dois adubos) com quatro (ovinos ou piquetes, para avaliações do consumo e digestibilidade dos nutrientes, desempenho produtivo e padrão de crescimento e para as avaliações do pasto, respectivamente) ou oito repetições (ovinos, para as avaliações de parâmetros sanguíneos). As rações suplementares incluíam farelo de soja ou torta de mamona destoxificada como fonte proteica e os adubos nitrogenados consistiam de ureia ou de torta de mamona *in natura*.

Foram utilizados 64 ovinos da raça Santa Inês, sendo 32 machos castrados e 32 fêmeas, com idade de $3,60 \pm 0,60$ meses e peso inicial de $19,42 \pm 3,60$ kg, sendo alocados quatro animais por tratamento e quatro repetições (piquetes). Foram utilizadas 18 ovelhas como animais de equilíbrio, com peso corporal (PC) de $35,00 \pm 3,53$ e aproximadamente, cinco anos de idade, também manejadas sob lotação contínua, recebendo suplementação concentrada, conforme os animais de prova.

4.2.3 Estabelecimento da pastagem e destoxificação da torta de mamona

Foi realizada colheita de solo na camada de 0,0-20,00 cm de profundidade para as avaliações dos atributos físicos e químicos. O solo da área experimental classificou-se como Luvisolo Crômico Órtico (SANTOS *et al.*, 2013) e apresentou as seguintes características pH=6,80; Matéria orgânica=17,27 g.kg⁻¹; P=23,00 mg.kg⁻¹; K=0,20 cmol_c.kg⁻¹; Ca=11,50 cmol_c.kg⁻¹; Mg=3,40 cmol_c.kg⁻¹; H+Al= 1,98 cmol_c.kg⁻¹; Al=0,00 cmol_c.kg⁻¹; Soma de bases (SB)=15,10 cmol_c.kg⁻¹ Capacidade de troca catiônica (CTC)=17,08 cmol_c.kg⁻¹; V=89,00%. O solo apresentava para S; Na; Cu; Fe; Zn; Mn; B os valores de 153,00; 23,00; 40,00; 80,00; 13,00; 159,00 e 1,30 cmol_c.kg⁻¹, respectivamente. Já para Argila; Silte; Areia Grossa e Areia Fina, os valores obtidos foram, respectivamente, de: 161,00; 219,00; 327,00; 293,00 g.kg⁻¹.

Com base na análise de solo, realizou-se a adubação de fundação com o formulado 06:28:16 para atender a recomendação de 40:70:40 kg de NPK, além de 40,00 kg.ha⁻¹ de micronutriente FTE BR-12 (CANTARUTTI *et al.*, 1999). Inicialmente, como fonte nitrogenada utilizou-se o sulfato de amônio. Previamente, a área passou por tratamentos culturais mecanizáveis: destoca, aração e gradagem. O pasto de capim-tamani foi implantado em 12 de julho de 2019, com o auxílio de uma plantadeira hidráulica de quatro linhas. Utilizou-se uma quantidade de sementes equivalente a 20,00 kg.ha⁻¹, semeadas a uma distância de 40,00 cm entre linhas e dois cm de profundidade.

A área era dotada de um sistema de irrigação do tipo aspersão fixa de baixa pressão, com pressão de serviço $< 2,50 \text{ kgf cm}^2$, onde a irrigação era realizada diariamente, no período noturno. A lâmina d'água aplicada correspondeu a uma evapotranspiração da cultura de $6,90 \text{ mm.dia}^{-1}$, com eficiência de aplicação de 75,00%. A avaliação da uniformidade de distribuição de água pelo sistema foi realizada com auxílio de pluviômetros espaçados a uma distância de $3,00 \times 3,00 \text{ m}$, a uma altura de 0,50 m do solo, em dois piquetes alternados diagonalmente.

A torta de mamona foi adquirida na Bioenergy Brazil Indústria e Comércio LTDA, localizada no município de Monsenhor Tabosa, Ceará a partir da extração mecânica (prensagem) do óleo da semente, utilizando temperaturas entre 90 e 100°C. O subproduto foi armazenado em embalagens de rafia de polipropileno com capacidade de 50,00 kg, e mantido sobre estrado de madeira, em galpão fechado, até a utilização no experimento.

A torta de mamona *in natura*, utilizada na forma de adubo orgânico apresentou valores para N; P; K; Ca; Mg, S de 55,02; 12,00; 15,70; 6,50; 8,70; 1,60 g.kg^{-1} e relação C:N= 5,20, enquanto para Cu; Fe; Zn; Mn e B os valores foram de 26,00; 532,00; 168,00; 62,00 e 7,00 mg.kg^{-1} . A torta de mamona destinada à suplementação dos animais foi destoxificada com óxido de cálcio (CaO), na proporção de 90,00 g (CaO) por quilograma de torta e dissolvidos em 2,50 litros de água (ANDRADE *et al.*, 2019). A destoxificação foi confirmada após caracterização eletroforética (SDS-PAGE) das amostras de extrato da torta de mamona (TM), torta de mamona destoxificada (TMd) e da dieta contendo TMd (DTMd), além da análise da atividade hemaglutinante das lectinas tóxicas, conforme Andrade *et al.* (2019).

4.2.4 Manejo geral da pastagem, dos animais e dieta

O pasto de capim-tamani foi adubado conforme os tratamentos com ureia (45,00% N) ou torta de mamona *in natura* (5,00% N), respectivamente. Seguiu-se a recomendação de $450,00 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, conforme Vasconcelos *et al.* (2020) e manejo do pasto a uma altura média de 22,00 cm. Foi utilizado um total de 66,00 kg de ureia e 592,00 kg de torta de mamona *in natura* por ciclo. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, para as adubações químicas e orgânicas. Ambas as aplicações foram fracionadas igualmente, sendo aplicadas no início (12 dias) e na metade (12 dias) dos ciclos produtivos da cultura, de 24 dias cada. A pastagem foi manejada sob lotação contínua com taxa de lotação variável (MOTT & LUCAS, 1952). A área total correspondeu a um hectare, dividida em 16 piquetes de $500,00 \text{ m}^2$ cada, sendo esses destinados aos pastejo dos animais experimentais e dois piquetes de 1.000 m^2 cada, para alocação dos animais de equilíbrio. Todos os piquetes foram delimitados com cerca de tela e providos de comedouros,

bebedouros, saleiros e telas de sombreamento de 2,00 x 3,00 m, com 50,00% de transmitância de luz.

Para descrever a curva de crescimento dos ovinos, foi necessário utilizar dados desde o nascimento (junho de 2019) até o abate (janeiro de 2020), perfazendo um ciclo de produção de aproximadamente sete meses. Nas duas primeiras semanas, pós-parto, os cordeiros juntamente com as fêmeas permaneceram em piquetes maternidade. A partir do 15º dia de vida, as crias foram separadas das fêmeas no período matutino e alimentadas coletivamente com dieta concentrada com 20,00% PB e 80,00% NDT, formulada para ganho de peso diário de 0,300 kg (NRC, 2007), na proporção de 1,00% PC, a qual foi reajustada quinzenalmente. Após o consumo da suplementação concentrada, ambas as categorias foram liberadas para pastejar na Caatinga, com retorno às instalações à tarde.

Os ovinos machos foram castrados com castrador tipo “burdizzo” no início do experimento, conforme Resolução CFMV nº 877 de fevereiro de 2008 (CFMV, 2008). Antes de serem alocados nos piquetes, os animais foram tratados com antiparasitários à base de Closantel sódico 10,00% (10,00 mg.kg⁻¹) e Cloridrato de levamisol 5,00% (5,00 mg.kg⁻¹) e confirmada a ausência de infecção por parasitas gastrintestinais, por meio do OPG.

As rações de terminação, à base de farelo de milho, de farelo de soja e de torta de mamona destoxificada foram formuladas para ganhos de peso vivo médio diário de 200,00 g.dia⁻¹, na proporção de (14,00%) proteína bruta (PB) e (67,90%) de nutrientes digestíveis totais (NDT) (MIRANDA, 2018). A relação de PB:NDT da ração proporciona maior resiliência parasitária aos ovinos em pastejo, reduzindo os efeitos provocados pela hemoncose. A composição química dos ingredientes e suas proporções estão demonstradas nas Tabelas 4 e 5.

O suplemento foi fornecido na proporção de 1,80% do PC, considerando o consumo diário de matéria seca equivalente a 3,60% do PC (NRC, 2007). O sal mineral foi fornecido à vontade na parte da manhã, e o suplemento concentrado diariamente, às 17h e 30min, melhor horário observado em função da menor atividade de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), presentes nos cochos. Os cordeiros foram pesados quinzenalmente, sempre no período matutino, desde o nascimento (junho/2019), com um auxílio de uma balança digital, modelo BL300pro Laboremus, até o atingir o peso corporal médio de abate de 28,00 kg (COSTA *et al.*, 2020; QUEIROZ *et al.*, 2015).

Tabela 4 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Itens (g.kg ⁻¹ de Matéria seca)	Ingredientes				
	CTu	CTt	FM	FS	TMd
Matéria seca	954,80	956,80	889,90	902,40	931,20
Matéria orgânica	877,50	874,30	932,10	985,10	846,40
Matéria mineral	122,50	125,70	18,50	14,90	153,60
Proteína bruta	101,30	101,40	101,50	489,40	301,30
Proteína insolúvel em detergente neutro	38,10	40,30	25,00	30,50	129,40
Proteína insolúvel em detergente ácido	10,00	7,30	20,60	33,10	81,30
Extrato etéreo	36,40	31,60	58,00	43,80	78,30
Carboidratos totais	739,80	741,30	822,00	451,90	466,80
Carboidratos não fibrosos	16,80	3,80	659,60	271,40	136,60
Carboidratos estruturais	720,30	737,50	163,00	180,50	330,20
Fibra em detergente neutro	758,10	764,70	191,90	192,90	355,20
FDN corrigido para cinzas e proteína	723,00	737,50	163,00	180,50	330,20
Fibra em detergente ácido	366,70	372,00	54,00	39,70	328,50
Lignina	13,30	15,70	6,10	1,30	36,00
Hemiceluloses	391,40	392,70	137,90	153,20	26,70
Nutrientes digestíveis totais	574,70	565,20	861,30	853,60	695,20

Fonte: Dados da pesquisa.

CTu- Capim-tamani adubado com ureia; CTt- Capim-tamani adubado com torta de mamona *in natura*; FM- Farelo de milho; FS- Farelo de soja; TMd- Torta de mamona destoxificada.

Tabela 5 – Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais (continua)

Item (% matéria seca)	Proporções dos ingredientes	
	Ração padrão	Ração alternativa
Capim-tamani	51,13	46,95
Farelo de milho	39,10	33,42
Farelo de soja	9,77	----
Torta de mamona destoxificada	----	16,45
Óleo de soja	----	3,18
Sal mineral ¹	À vontade	
Total	100	100
Itens (g.kg ⁻¹ de Matéria seca)	Composição química da dieta	
Matéria seca	924,80	931,00
Matéria orgânica	908,50	862,00
Matéria mineral	72,10	89,70
Proteína bruta	139,30	131,10
Proteína insolúvel em detergente neutro	32,80	48,00
Proteína insolúvel em detergente ácido	16,40	20,40
Extrato etéreo	44,30	79,70
Carboidratos totais	744,20	699,20
Carboidratos não estruturais	289,50	247,50
Carboidratos estruturais	454,70	451,60
Fibra em detergente neutro	483,20	480,00
FDN corrigido para cinzas e proteína	454,70	451,60
Fibra em detergente ácido	213,80	245,50
Lignina	9,90	14,80

Tabela 5 – Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais (conclusão)

Hemiceluloses	269,30	234,50
Nutrientes digestíveis totais (NRC, 2001)	711,60	735,60

Fonte: Dados da pesquisa.

Ração padrão: à base de farelo de milho e soja e Ração alternativa: à base de farelo milho e torta de mamona destoxificada. ¹Composição: fósforo – 65,00 g; cálcio – 177,50 g; enxofre - 20,00 g; magnésio – 8,00 g; sódio - 162,00 g; cobalto – 0,04 g; zinco – 1,90 g; manganês – 1,35 g; iodo – 0,071 g; selênio – 0,02 g; flúor – 0,76 g; cobre – 0,20 g e veículo - 1.000 g.

4.2.5 Avaliação do acúmulo, oferta de forragem, intensidade de desfolhação, eficiência e pastejo, de uso da forragem e taxa de lotação

A cada 24 dias, com auxílio de uma moldura de ferro com dimensões de 0,50 x 0,50 m, duas amostras de biomassa de forragem total foram cortadas rente ao solo em cada piquete e a média utilizada para estimar o acúmulo de forragem total (AFT), obtido a partir da diferença de biomassa entre o 1º e 24º dias, correspondente ao início e final de cada ciclo da cultura. A biomassa do 24º dia foi obtida a partir da média da biomassa de forragem contida em duas gaiolas de exclusão de mesma dimensão da moldura, alocadas em cada piquete experimental. O acúmulo de forragem verde (AFV) foi quantificado excluindo o material morto da AFT. A taxa de acúmulo de forragem total (TAFT) foi obtida pela diferença entre a biomassa de forragem total final e a inicial, dividido pelo número de dias do ciclo produtivo da cultura, de 24 dias. A oferta de forragem (OF) foi estimada pela relação (kg de MS.100 kg de peso vivo⁻¹.dia⁻¹). A intensidade de desfolha (ID) (desaparecimento de forragem) e eficiência de uso da forragem (EUF) foram calculadas de acordo com (COMBELLAS & HODGSON, 1979; HODGSON, 1990). A fórmula da eficiência de pastejo foi adaptada para pastejo contínuo, considerando a TAF e o material morto para efeitos de cálculos (fórmula 3).

$$1- (ID) = [(BFTi - BFTf) / BFTf]*100;$$

$$2- (EUF) = ID*EP;$$

$$3- (EP) = (CMS*TLO*PO) / [(TAF - \% \text{ material morto}*PO)*100]; \text{ em que: ID -}$$

intensidade de desfolhação (%); BFTi – biomassa de forragem total em condição de pré-pastejo (kg de MS.ha⁻¹); BFTf - biomassa de forragem total em condição de pró-pastejo (kg de MS.ha⁻¹); EP - Eficiência de pastejo; CMS – Consumo de matéria seca animal (média de kg de MS.dia⁻¹); TLO - Taxa de lotação de ovinos; PO – Período de ocupação da área (dias); TAF - taxa de acúmulo de forragem ((kg de MS.ha.dia⁻¹).

A taxa de lotação de ovinos (TLO) foi obtida a partir do total de ovinos de prova somados aos de equilíbrio contidos em cada piquete, dividida pelo tempo de dias de pastejo.

Já a taxa de lotação, expressa em unidade animal UA/ha (TLUA) foi obtida pela multiplicação da equivalência em unidade animal de um ovino com o PC médio de cada tratamento pela TLO.

4.2.6 Avaliação de consumo e digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos

A avaliação do consumo animal teve início em 06 de dezembro de 2019, correspondente ao final do período experimental durante a estação seca. Para o cálculo do consumo de matéria seca dos animais experimentais, o dióxido de titânio (TiO_2) foi utilizado como indicador externo para estimar a produção fecal. O indicador foi administrado em cápsula na dosagem de dois g animal⁻¹dia⁻¹ uma vez ao dia, por um período de adaptação de sete dias e cinco dias de colheita de fezes, totalizando doze dias de avaliação. O indicador foi fornecido oralmente no período da manhã com auxílio de uma pistola dosadora equipada com uma liga de látex de nove mm de diâmetro na extremidade para encaixe da cápsula do marcador.

As fezes foram colhidas diretamente da ampola retal de cada animal no período da manhã. As amostras referentes aos alimentos e as fezes foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas, para posteriores análises químico-bromatológicas no laboratório de nutrição animal (LANA), pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos. Procedeu-se a pré-secagem em estufa de ventilação forçada até atingirem peso constante para determinação da matéria pré-seca. Após a secagem, as amostras foram agrupadas por animal e trituradas em moinhos de faca (Wiley Mill, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, USA) em peneiras de um mm para alimentos e fezes destinadas à análise química e dois mm para avaliação de digestibilidade.

O teor de dióxido de titânio foi determinado conforme Myers *et al.* (2004), através de curva padrão com zero; dois; quatro; seis; oito e dez mg de dióxido de titânio. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (SHIMADZU/UV-1280) com comprimento de onda de 410,00 nm. Para a determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e de proteína bruta (PB), foi utilizada a metodologia descrita pela (AOAC, 1995). O extrato etéreo (EE) foi determinado de acordo Galvani & Martins (2015). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido foi utilizada a metodologia de Van Soest *et al.* (1991), modificada por Senger *et al.* (2008). A correção da FDN para as cinzas. Para a formulação das dietas, a estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foi feita conforme Licitra *et al.* (1996). A lignina foi obtida a partir da metodologia descrita por Detmann *et al.* (2012), com o resíduo do FDA

tratado com ácido sulfúrico a 72,00%. Os teores de carboidratos não fibrosos foram calculados de acordo com a adaptação proposta por Hall (2003), de modo que a FDN foi corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), enquanto os de carboidratos estruturais e totais, conforme Sniffen *et al.* (1992). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) dos alimentos isoladamente foi calculado de acordo com o National Research Council (2001) utilizando-se as seguintes equações:

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

$$\text{PBVD} = [1 - (0,4 \times (\text{PBIDA}/\text{PB}))] \times \text{PB}$$

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

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

$\text{NDT1X} (\%) = \text{CNFVD} + \text{PBVD} + (\text{AGVD} \times 2,25) + \text{FDNVD} - 7$, em que: 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.

Os coeficientes de digestibilidade aparente foram estimados indiretamente por meio do indicador interno FDN_i. Para tanto, as fezes foram coletadas diretamente da ampola retal dos animais por cinco dias consecutivos, sempre pela manhã. Após serem trituradas, as amostras foram acondicionadas em sacos de tecido não tecido (TNT - 100 g.m⁻²) e incubadas *in situ* por um período de 264 horas (CASALI *et al.*, 2008). As incubações foram realizadas em bovinos da raça Jersey, recebendo volumoso e concentrado na proporção de 60:40. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro e o resíduo considerado FDN_i (DETMANN *et al.*, 2012).

A coleta de sangue para avaliação de parâmetros sanguíneos ocorreu por punção da veia jugular, sempre no horário da manhã, por meio de tubos Vacutainer (Grainer Bio-One, Vacuette® Americana, SP, BRA) com capacidade para 9,00 mL. Foi colhida uma amostra de sangue em cada animal, em um tubo que continha anticoagulante (EDTA) e outro sem anticoagulante. Os tubos com anticoagulante foram direcionados para a dosagem de ureia e os sem anticoagulante foram analisados os seguintes parâmetros: aspartato aminotransferase (AST), creatinina, fosfatase alcalina (ALP), gama-glutamilttransferase (GGT) e bilirrubina total (BT). Após centrifugação por 10,00 minutos a uma velocidade de 15.000 Xg, os tubos de capilares contendo sangue foram quebrados e o plasma depositado no refratômetro clínico

manual (Atago®) para a obtenção da proteína plasmática total (PPT) (WOLF *et al.*, 1962). Os parâmetros sanguíneos e a creatinina na urina foram analisados com kits comerciais Labtest®, com auxílio de procedimentos colorimétricos.

4.2.7 Avaliação de desempenho produtivo dos ovinos

Foram avaliados o ganho de peso total (GPT), calculado pela diferença entre o peso corporal final (PCf) e peso corporal inicial (PC). O ganho de peso total (GPT), de 8,00 kg de peso corporal, foi obtido durante o período experimental e utilizado para determinar o tempo da fase de terminação, estimado a partir da divisão entre o ganho de peso total (GPT) e o ganho médio diário (GMD). Para o cálculo do ganho de peso médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) foram utilizadas as seguintes fórmulas: $GMD = (PC_{final} - PC_{inicial}) / \text{dias em terminação}$ e $CA = (\text{Consumo MS} / GMD)$. Com base nas estimativas de ganho médio diário e da taxa de lotação média, estimou-se o rendimento de peso corporal anual e em oito meses (período seco) de cada tratamento (RPC_a e RPC₈).

4.2.8 Descrição dos procedimentos estatísticos

Os dados foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilks) e de homocedasticidade (Levene) e, atendidas as pressuposições, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. A interação entre tipo de dieta e tipo de adubo foi desdobrada somente quando significativa a 5% de probabilidade. Para avaliar os efeitos de dieta e de adubo, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5,00% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS, versão 9.4 (SAS, 2005), segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk},$$

Onde, Y_{ijk} = valor da unidade experimental no i-ésimo bloco, que recebeu a combinação de tratamentos referente a j-ésima dieta e k-ésima adubação; μ = efeito da média geral; γ_i = efeito do bloco; α_j = efeito de dieta; β_k = efeito de adubo; $(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito de interação entre (dieta x adubo); ε_{ijk} = efeito do erro aleatório, assumindo uma distribuição normal.

Para descrever a curva de crescimento de ovinos da raça Santa Inês, foi ajustado o modelo não linear e de Gompertz (1825):

$$Y = Ae^{Be^{-kt}} + \varepsilon,$$

Onde, o valor Y , refere-se ao peso corporal em função da idade t ; A , corresponde ao peso da idade adulta (assintótico); B , constante de integração, enquanto o valor de k representa a taxa de maturidade, sendo essa entendida como a mudança de peso em relação ao peso e à maturidade. A variável representa a velocidade na qual o animal atinge seu peso adulto (MALHADO *et al.*, 2008).

Para verificar o efeito dos tratamentos sobre a curva de crescimento dos animais, foi estimada uma curva para cada tratamento e depois foram comparadas conforme a seguinte hipótese:

$$H_0: AT_1=AT_2=AT_3=AT_4; BT_1=BT_2=BT_3=BT_4; kT_1=kT_2=kT_3=kT_4$$

H_a : Pelo menos uma das igualdades é diferente.

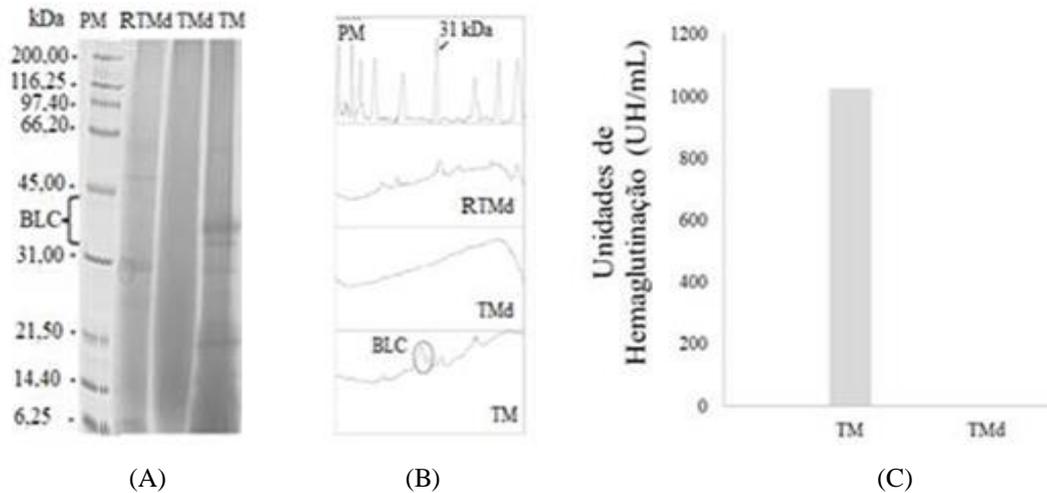
T1: ovinos suplementados com ração contendo farelo de soja e pasto adubado com ureia (FSUR); T2: ovinos suplementados com ração contendo torta de mamona destoxificada e pasto adubado com ureia (TMdUR); T3: ovinos suplementados com ração contendo farelo de soja e pasto adubado com torta de mamona *in natura* (FSTM) e T4: ovinos suplementados com ração contendo torta de mamona destoxificada e pasto adubado com torta de mamona *in natura* (TMdTM)

As curvas foram ajustadas por meio do procedimento NLINMIXED do programa estatístico SAS[®] (Edition University, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, CODY 2015). O efeito das curvas entre os tratamentos foi comparado por meio do comando ESTIMATE do procedimento NLINMIXED, no qual foi observado se a diferença entre os parâmetros das curvas estavam dentro (não havia diferença entre os parâmetros das curvas) ou não (havia diferença entre os parâmetros das curvas) do intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade. Para determinar o ponto de eficiência de crescimento máximo do animal, foi utilizado o modelo exponencial $(\ln 0,05) / C+D$, conforme Sakomura & Rostagno (2007).

4.3 Resultados

A destoxificação da torta de mamona *in natura* ocorreu de modo efetivo, não sendo possível observar as bandas de lectinas citotóxicas (BLC) tanto na TMd quanto na dieta contendo a TMd (DTMd) (Figura 7A e B). O ensaio de aglutinação com hemácias de coelho, realizado a fim de analisar a atividade da ricina e da *ricinus aglutinina*, não foi reativo (Figura 7C). Não foram verificados efeitos de fatores ($P>0,05$) para as variáveis: acúmulo de forragem total (AFT), de forragem verde (AFV), taxa de acúmulo de forragem (TAF), oferta de forragem (OF), eficiência de pastejo (EP) e de uso da forragem (EUF), taxa de lotação, expresso em ovinos.ha⁻¹ e em UA.ha⁻¹ (TLO e TLUA) (Tabela 6).

Figura 7 – Caracterização eletroforética, densitometria do gel de eletroforese e atividade hemaglutinante em hemácias de coelho das proteínas da torta de mamona *in natura* (TM), da torta de mamona destoxificada (TMD), da ração contendo torta de mamona destoxificada (R_{TMD})



Fonte: Elaborado pelo autor.

A: Eletroforese desnaturante redutora em gel de poliacrilamida a 15,4% (SDS-PAGE), aplicada por poço 0,40 mg de extrato bruto de TM, TMD e R_{TMD}; B: Densitometria do gel de eletroforese; C: Atividade hemaglutinante do extrato bruto de TM e TMD; PM: Marcador de massa molecular (kDa); BLC- Bandas de lectinas citotóxicas (A, B e C).

O acúmulo de forragem total (AFT) e a oferta de forragem (OF) apresentaram médias de 3.940 kg de MS.ha.ciclo⁻¹ e 6,95 kg de MS.100 kg de PC.dia⁻¹, o que permitiu uma taxa de lotação (TLO) média de 85,50 ovinos.ha⁻¹, representando em termos de unidade animal, média de 9,87 UA.ha⁻¹. O acúmulo de forragem verde (AFV) correspondeu a 69,80% da produção de MS total do capim-tamani, mostrando que a gramínea foi responsiva aos distintos manejos adotados, com potencial produtivo sob pastejo. A intensidade de desfolhação (ID), a eficiência de pastejo (EP) e de uso da forragem (EUF) não apresentaram efeito ($P>0,05$) entre os manejos adotados, com médias de 57,38; 79,94 e 49,11%, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6 – Efeito da utilização da torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia sobre o acúmulo e a oferta de forragem, intensidade de desfolhação, eficiência de pastejo, de uso da forragem e taxa de lotação de ovinos em pastagem de capim-tamani irrigada e manejada sob lotação contínua. (continua)

Variáveis	Manejos adotados				EPM ¹	p-valor		
	Ração		Adubo			Raç ²	Adub ³	Raç*Adub ⁴
	FS	TMD	UR	TM				
AFT (kg de MS.ha)	4.058	3.806	4.211	3.686	244,48	ns	ns	ns
AFV (kg de MS.ha)	2.827	2.670	2.940	2.562	231,91	ns	ns	ns
TAF (kg deMS.ha.dia ⁻¹)	169	159	175	153	10,19	ns	ns	ns

Tabela 6 – Efeito da utilização da torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia sobre o acúmulo e a oferta de forragem, intensidade de desfolhação, eficiência de pastejo, de uso da forragem e taxa de lotação de ovinos em pastagem de capim-tamani irrigada e manejada sob lotação contínua. (conclusão)

OF (kg de MS/100 kg de PC.dia ⁻¹)	7,22	6,69	7,48	6,42	2,60	ns	ns	ns
ID (%)	56,57	58,19	58,69	56,07	38,75	ns	ns	ns
EP (%)	79,45	79,58	77,28	83,44	151,38	ns	ns	ns
EUF (%)	48,37	49,91	47,24	50,90	23,11	ns	*	ns
TLO (ovino.ha ⁻¹)	84,76	86,18	86,50	84,44	2,15	ns	ns	ns
TLUA (UA.ha ⁻¹)	9,76	9,98	10,03	9,71	0,27	ns	ns	ns

Fonte: Dados da pesquisa.

FS- Farelo de soja; TMd- torta de mamona destoxificada; UR- ureia; TM- torta de mamona (*in natura*); AFT- Acúmulo de forragem total; AFV- acúmulo de forragem verde; TAF- taxa de acúmulo de forragem; OF- oferta de forragem; ID- intensidade de desfolhação; EP- eficiência de pastejo; EUF- eficiência de uso da forragem; TLO- taxa de lotação; TLUA- taxa de lotação, em unidade-animal. Médias seguidas de letras distintas maiúsculas nas linhas entre as rações e de letras minúsculas nas linhas entre os adubos diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01**; P<0,05*; não significativo^{ns}). ¹Erro padrão da média; ²Efeito de ração; ³Efeito de adubo; ⁴Efeito da interação entre ração e adubo.

As variáveis consumo de matéria seca total (CMST), de matéria seca da ração (CMSR), de proteína bruta (CPB), de fibra em detergente neutro (CFDN), de fibra em detergente ácido (CFDA) e de extrato etéreo (CEE) não foram influenciadas (P>0,05) pelos manejos adotados (Tabela 7). Os valores médios observados para o CMST, CPB, CFDN, CFDA e CEE, expressos em g.kg^{0,75} de MS.animal.dia⁻¹ e em porcentagem do peso corporal foram de 87,69, 11,90, 45,14, 23,22 e 4,01 g.kg^{0,75} e de 3,84, 0,52, 1,98, 0,99 e 0,18% do peso corporal, respectivamente. Não houve efeito dos fatores (P>0,05) para o consumo de matéria seca da ração (CMSR), que apresentou valor médio de 104,17 g.kg^{0,75} e 1,80% PC entre os manejos adotados. Foi observada interação (P<0,01) entre os fatores (ração x adubo) sobre o consumo de matéria seca do pasto (CMSP) (Tabela 8).

Tabela 7 – Consumo de nutrientes por ovinos manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia. (continua)

Variáveis	Manejos adotados				EPM ¹	p-valor		
	Ração		Adubo			Raç ²	Adub ³	Raç*Adub ⁴
	FS	TMd	UR	TM				
Consumo de matéria seca e dos nutrientes (g.kg ^{0,75})								
CMST	90,34	83,77	92,02	84,64	4,61	ns	ns	ns
CMSR	105,21	103,13	104,00	104,34	133,17	ns	ns	ns
CMSP	111,70A	94,89B	107,32A	99,27B	157,27	**	*	**
CPB	12,67	10,83	12,58	11,51	0,65	ns	ns	ns
CFDN	46,34	43,95	46,47	43,78	2,36	ns	ns	ns
CFDA	22,61	23,88	24,01	22,37	1,22	ns	ns	ns
CEE	4,02	3,95	4,30	3,76	0,22	ns	ns	ns

Tabela 7 – Consumo de nutrientes por ovinos manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia. (conclusão)

Consumo de matéria seca e dos nutrientes (% do PC)								
CMST	3,95	3,66	4,03	3,70	0,20	ns	ns	ns
CMSR	1,80	1,80	1,80	1,80	0,00	ns	ns	ns
CMSP	2,03A	1,70B	1,96	1,76	0,39	*	ns	*
CPB	0,55	0,47	0,55	0,50	0,03	ns	ns	ns
CFDN	2,01	1,92	2,08	1,92	0,10	ns	ns	ns
CFDA	0,90	1,04	1,05	0,98	0,05	ns	ns	ns
CEE	0,17	0,17	0,19	0,17	0,01	ns	ns	ns

Fonte: Dados da pesquisa.

CMST- Consumo de matéria seca total; CMSR- Consumo de matéria seca da ração; CMSP- Consumo de matéria seca do pasto; CPB- Consumo de proteína bruta; CFDN- Consumo de fibra em detergente neutro; CFDA- Consumo de fibra em detergente ácido e CEE- Consumo de extrato etéreo. Médias seguidas de letras distintas maiúsculas nas linhas entre as rações e de letras minúsculas nas linhas entre os adubos diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01^{**}$; $P < 0,05^{*}$; não significativo^{ns}). ¹Erro padrão da média; ²Efeito de ração; ³Efeito de adubo; ⁴Efeito da interação entre ração e adubo.

Tabela 8 – Desdobramento da interação (Ração x Adubo) sobre o consumo de matéria seca do pasto por ovinos manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia.

Adubo	Ração	
	Ração padrão	Ração alternativa
Consumo de matéria seca do pasto (g.kg ^{0,75})		
Ureia	110,69Aa	103,95Aa
Torta de mamona	112,72Aa	85,82Bb
Consumo de matéria seca do pasto (% do PC)		
Ureia	1,96Aa	1,97Aa
Torta de mamona	2,09Aa	1,43Bb

Fonte: Dados da pesquisa.

Ração padrão: à base de farelo de milho e soja e Ração alternativa: à base de farelo milho e torta de mamona destoxificada; UR- ureia; TM- torta de mamona (*in natura*); CMSP- Consumo de matéria seca do pasto; Médias seguidas de letras distintas maiúsculas nas linhas entre as rações e de letras minúsculas nas linhas entre os adubos diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01^{**}$; $P < 0,05^{*}$; não significativo^{ns}). ¹Erro padrão da média; ²Efeito de ração; ³Efeito de adubo; ⁴Efeito da interação entre ração e adubo.

O sistema em que os ovinos receberam suplementação à base de TMD e o pasto foi adubado com torta de mamona *in natura*, apresentou menor valor ($P < 0,05$), 85,82 g.kg^{0,75}, correspondendo a 1,43% PC, em relação aos demais manejos adotados. Houve efeito ($P < 0,05$) apenas para a digestibilidade aparente da MS no fator isolado dieta (Tabela 9). A DMS foi superior ($P < 0,05$) nos ovinos alimentados com dieta à base de FS, com valor médio de 68,58% (Tabela 9). Quanto aos parâmetros sanguíneos, verificou-se influência ($P < 0,01$) dos fatores dieta e adubo apenas para a enzima aspartato aminotransferase (AST). Para as demais variáveis, não foram observados efeitos ($P > 0,05$) dos fatores avaliados (Tabela 10). Valores

médios de 397,1 UI.L⁻¹ e de 65,36 UI.L⁻¹ foram observados para as enzimas fosfatase alcalina (FA) e gama-glutamilttransferase (GGT), respectivamente.

Tabela 9 – Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes em ovinos terminados a pasto utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia.

Variáveis	Manejos adotados				EPM ¹	p-valor		
	Ração		Adubo			Raç ²	Adub ³	Raç*Adub ⁴
	FS	TMd	UR	TM				
Coeficiente de digestibilidade em (%)								
Matéria seca	68,58A	62,71B	67,90	65,00	1,25	*	ns	ns
Proteína bruta	80,33	75,44	79,26	76,56	1,64	ns	ns	ns
FDN	67,81	63,84	68,40	65,13	1,80	ns	ns	ns
FDA	64,38	59,61	64,76	61,98	2,04	ns	ns	ns
Extrato etéreo	81,00	79,23	80,35	80,46	1,17	ns	ns	ns

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas nas linhas entre as rações e de letras minúsculas nas linhas entre os adubos diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01**; P<0,05*; não significativo^{ns}). ¹Erro padrão da média; ²Efeito de ração; ³Efeito de adubo; ⁴Efeito da interação entre ração e adubo.

Tabela 10 – Parâmetros sanguíneos de ovinos manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia.

Variáveis	Manejos adotados				EPM ¹	p-valor		
	Ração		Adubo			Raç ²	Adub ³	Raç*Adub ⁴
	FS	TMd	UR	TM				
UR (mg.dL ⁻¹)	27,04	24,29	26,93	24,71	1,05	ns	ns	ns
CRE (mg.dL ⁻¹)	0,86	0,83	0,83	0,85	0,02	ns	ns	ns
BT (mg.dL ⁻¹)	0,32	0,22	0,24	0,29	0,02	ns	ns	ns
AST (UI.L ⁻¹)	178,84 A	135,06B	175,93a	142,73b	7,92	**	**	ns
FA (UI.L ⁻¹)	418,00	378,40	381,10	411,01	2,3	ns	ns	ns
GGT (UI.L ⁻¹)	69,51	61,09	66,22	64,61	2,46	ns	ns	ns

Fonte: Dados da pesquisa.

UR- Ureia; CRE- creatinina; BT- bilirrubina total; AST- aspartato de aminotransferase; FA-fosfatase alcalina; GGT-gama-glutamilt transferase. Médias seguidas de letras distintas maiúsculas nas linhas entre as rações e de minúsculas nas linhas entre os adubos diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01**; P<0,05*; não significativo^{ns}). ¹Erro padrão da média; ²Efeito de ração; ³Efeito de adubo; ⁴Efeito da interação entre ração e adubo.

Apesar de ter sido observado efeito (P<0,01) para as variáveis GMD; GPT e RPCa (Tabela 11), após analisar os contrastes entre os parâmetros do modelo de Gompertz, não foi verificada diferença (P>0,05) entre os fatores avaliados, devido à sobreposição dos intervalos de confiança entre os parâmetros, ou seja, o padrão de crescimento dos animais não foi alterado pelos sistemas de manejo adotados. Dessa forma, foi utilizado apenas um modelo padrão para descrever o crescimento dos animais nos quatro manejos, A=30,15; B=1,86 e k=0,013 (Tabela 12). A curva de crescimento está exposta na (Figura 8), onde pode ser observado pelo comportamento da curva que os animais estavam na fase assintótica do crescimento.

Tabela 11 – Desempenho produtivo de ovinos manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia.

Variáveis	Manejos adotados							
	Dieta		Adubo		EPM ¹	p-valor		
	FS	TMd	UR	TM		Raç ²	Adub ³	Raç*Adub ⁴
GMD (g/dia)	103,75A	86,76B	95,50	95,29	2,74	**	ns	ns
GPT (kg)	8,83A	7,64B	8,43	8,05	0,22	**	ns	ns
CA (kg MS.kg PC ⁻¹)	10,31	11,16	11,00	10,41	0,32	ns	ns	ns
TT (dias)	79,60B	96,89A	88,10	88,04	2,80	**	ns	ns
RPCa (kg.ha.ano ⁻¹)	3.445A	2.877B	3.216	3.170	06,64	**	ns	ns
RPC ₈ (kg.ha.ano ⁻¹)	2.266A	1.892B	2.115	2.043	70,12	**	ns	ns

Fonte: Dados da pesquisa.

GMD - Ganho médio diário; GMT- ganho de peso total; CA- conversão alimentar; TT- tempo de terminação; EA- eficiência alimentar; RPCa- rendimento peso corporal por ano e RPC₈- rendimento peso corporal em 8 meses. Médias seguidas de letras distintas maiúsculas nas linhas entre as rações e de letras minúsculas nas linhas entre os adubos diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01**; P<0,05*; não significativo^{ns}). ¹Erro padrão da média; ²Efeito de ração; ³Efeito de adubo; ⁴Efeito da interação entre ração e adubo.

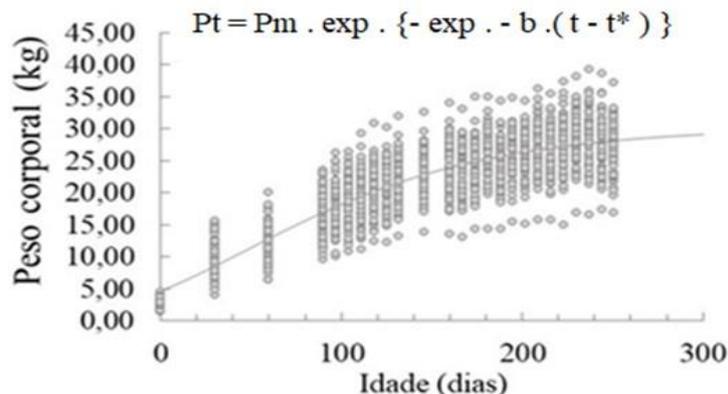
Tabela 12 – Estimativa e intervalo de confiança dos parâmetros da curva de crescimento de ovinos Santa Inês manejados em pastagem de capim-tamani irrigada sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como insumo alternativo.

Adubo	Suplemento	Parâmetros			Intervalo de confiança (95%)			σ^2
		A	B	k	A	B	k	
Ureia	FS	30,25	1,87	0,012	29,35-32,51	1,74-2,19	0,011-0,014	11,47
	TMd	30,23	1,89	0,012	27,67-30,63	1,64-2,26	0,011-0,015	16,17
TM	FS	30,21	1,94	0,014	28,68-32,74	1,72-2,25	0,010-0,017	17,61
	TMd	30,65	1,93	0,013	28,81-31,62	1,71-2,15	0,011-0,015	10,74
Modelo comum		30,15	1,86	0,013	29,40-31,03	1,83-2,09	0,012-0,014	14,06

Fonte: Dados da pesquisa.

Farelo de soja; TMd- torta de mamona destoxificada; TM- torta de mamona *in natura*; valor A- interpretado como peso adulto; B- constante de integração sem explicação biológica e k- valor que expressa a taxa de maturidade; σ^2 - variância.

Figura 8 – Curva de crescimento de ovinos Santa Inês, ajustada pelo modelo de Gompertz, do nascimento aos 251 dias de idade, terminados intensivamente a pasto, utilizando a torta de mamona como insumo alternativo.

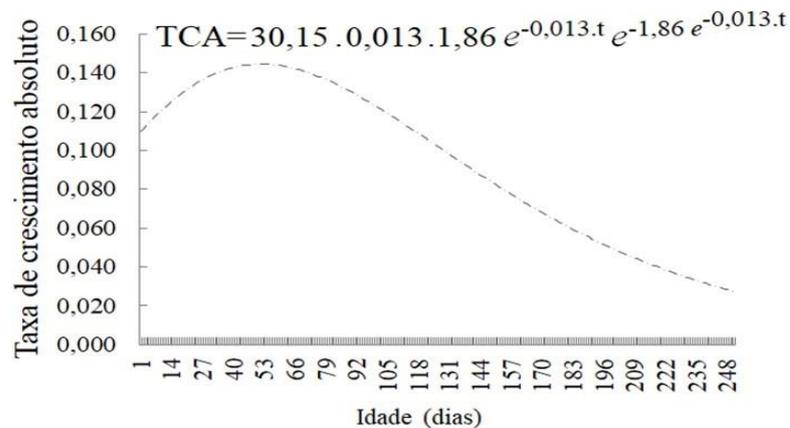


Fonte: Elaborado pelo autor.

Pt- peso do animal (quilograma) ao tempo t (dias), expresso em função do Pm;
 Pm- peso à maturidade do animal; b- taxa de maturidade por dia; t*- tempo em
 que a taxa de crescimento é máxima.

A variável peso corporal na maturidade (parâmetro A) oscilou de 27,68 a 32,63 kg de PC na última pesagem, enquanto a taxa de crescimento dos animais (parâmetro K) variou entre 0,010 e 0,017, sendo um indicador da taxa de crescimento do animal à medida que se aproxima do tamanho adulto (precocidade), ambos importantes na interpretação biológica dos resultados. Já a constante de integração (parâmetro B), não apresenta valor biológico e obteve estimativa variando entre 1,64 e 2,26. Por meio da taxa de crescimento absoluto (TCA), é possível observar que o pico de crescimento dos animais foi alcançado aos 53 dias de idade, com ganho estimado em $144,00 \text{ g.dia}^{-1}$ e peso corporal médio entre os tratamentos de 12,52 kg de CP, correspondendo a 44,62% do peso corporal final, de 28,06 kg de PC (Figura 9).

Figura 9 – Taxa de crescimento absoluto de ovinos Santa Inês ajustada pelo modelo de Gompertz do nascimento aos 251 dias de idade, terminados intensivamente a pasto, utilizando a torta de mamona como insumo alternativo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 Discussão

Acúmulos de forragem semelhantes entre os fatores avaliados, observados para as variáveis AFT, AFV e TAF podem estar relacionados à relação C:N de 5,20 verificada para torta de mamona *in natura*, que favoreceu rápida mineralização pelos microrganismos do solo no subproduto, proporcionando maiores quantidades de nutrientes às plantas, em especial, de nitrogênio, se equiparando aos pastos adubados com ureia. De acordo com Silva *et al.* (2012), a torta de mamona possui relação C:N abaixo de 10,00, apresentando rápida mineralização e liberação de nutrientes para as plantas, como N, P, K, Ca, Mg e micronutrientes. Infere-se que a adubação orgânica não modificou a estrutura do pasto para influenciar nos teores de

proteína bruta, de fibras e dos nutrientes digestíveis totais do pasto (Tabela 4), assegurando assim a mesma quantidade e qualidade nutricional da forragem aos animais.

O fornecimento diário de suplemento concentrado neste estudo foi de 1,80 kg de MS.100 kg de PC⁻¹.dia⁻¹ e o consumo médio diário de MS total estimado foi de 3,80 kg de MS.100 kg de PC⁻¹.dia⁻¹, atribuindo-se 2,00 kg de MS.100 kg de PC⁻¹.dia⁻¹ para o CMS do pasto. Tomando-se a oferta de forragem (OF) estimada média de 6,95 kg de MS.100 kg de PC⁻¹.dia⁻¹, conclui-se que a OF foi de 1,83 vezes a demanda de CMS do pasto diária dos ovinos, próximo ao valor que maximiza o CMS animal e, portanto, seu desempenho em pastejo (COMBELLAS & HODGSON, 1979). Nessa condição, a intensidade de desfolhação (ID) ou desaparecimento de forragem foi em média de 57,38%, com eficiência de pastejo (EP) médio de 79,94%. Apesar da menor biomassa de lâmina foliar dos pastos adubados com torta de mamona *in natura*, não foi suficiente para conferir maior eficiência de uso da forragem. De acordo com Braga (2004), nos sistemas de produção a pasto em que é priorizado o desempenho animal, a otimização da eficiência de utilização da forragem será compensada pela maior oportunidade de seleção e consumo individual por parte dos animais. Portanto, o fato de os animais estarem recebendo suplemento concentrado na proporção de 1,80% do PC, estes são menos dependentes da forragem para atender suas exigências nutricionais, o que ocasionaria menor competição na procura por alimento, aumentando sua seletividade em pastejo (JOCHIMS *et al.*, 2010). Ao avaliarem o desempenho de ovinos em pastagem de capim-tifton-85 sob lotação contínua, Carnevalli *et al.* (2001) observaram maiores ganhos de peso por animal e por área com oferta de forragem de 5,00 a 6,00 kg de MS.100 kg de PC⁻¹.dia⁻¹, intervalo compatível com o verificado no presente estudo.

As taxas de lotação, expressas em ovino.ha⁻¹ e em UA.ha⁻¹, não foram afetadas (P>0,05) pelos fatores avaliados, com médias de 85 ovino.ha⁻¹ e 9,87 UA.ha⁻¹, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Pompeu *et al.* (2009), ao trabalharem com ovinos em pastos irrigados de capim-tanzânia sob níveis decrescentes de suplementação, os quais relataram taxa de lotação de 9,06 UA.ha⁻¹ nos pastos com ovinos recebendo suplementos na proporção de 1,80% PC. Os autores relataram que esse resultado se deveu à elevação da densidade energética da dieta (com 87,50% de milho), favorecendo o desenvolvimento da microbiota ruminal amilolítica e inibindo a atividade da microbiota celulolítica, bastante sensível à queda do pH. Tal resposta provoca decréscimos no consumo de forragem (FERRELL, 1988; VAN SOEST, 1994) permitindo a elevação da taxa de lotação, via efeito substitutivo. Os resultados relatados pelos autores são semelhantes aos observados no presente trabalho, uma vez que as rações continham alta densidade energética

(Tabela 5), permitindo altas taxas de lotação via efeito substitutivo, pois houve redução no tempo de pastejo, com média de 375,95 minutos.dia⁻¹, valor inferior ao relatado no trabalho supracitado, de 489,60 minutos.dia⁻¹.

Observou-se maior consumo de matéria seca do pasto (CMSP) dos ovinos suplementados com ração padrão, contendo FS e pastos adubados com ureia, reflexo da melhor qualidade estrutural do pasto, como mencionado anteriormente. Contudo, o menor CMSP dos ovinos no pasto adubado com TM *in natura* e nos ovinos alimentados com ração alternativa, contendo TMD deve-se à menor DMS da dieta à base de TMD, reduzida em 5,87 pontos percentuais, em relação à dieta contendo FS em sua composição, que é explicado pela maior quantidade de fibra em detergente ácido (FDA) e de extrato etéreo (EE). A presença de 15,00% de casca na torta de mamona durante o processo de extração do óleo na agroindústria elevou os teores de FDN e de FDA desse alimento. O valor nutritivo dos subprodutos da extração de óleo das sementes desta oleaginosa depende diretamente do método de extração, da espécie, do grau de decorticação da semente (remoção da casca da semente) e do processamento do material resultante. Durante o processo mecânico, o óleo é extraído com o auxílio de prensas do tipo *expeller* em temperaturas entre 100 e 110°C, obtendo como produto, a torta. Tal processo pode causar reações de *Maillard*, resultante da condensação de açúcares redutores com grupos amino (NH₂) livres dos aminoácidos e posterior polimerização (VAN SOEST, 1994), tornando indisponível parte do nitrogênio do alimento, que é incorporado às fibras (Tabela 4).

As ligninas estão contidas na fração FDA e correspondem à parte não digerível dos vegetais, sendo considerado o principal fator limitante da digestibilidade (JUNG & DEETZ., 1993). Além disso, o maior teor de extrato etéreo na dieta contendo TMD também pode ter contribuído para redução da digestibilidade da MS, principalmente devido ao efeito inibidor causado aos microrganismos celulolíticos ruminais, afetando sua atividade (JENKINS & HARVATINE, 2014). Soma-se aos fatos a presença do ácido ricinoleico contido no óleo de mamona, que apresenta menor taxa de degradação pelas bactérias do rúmen quando comparado a outros ácidos, como os ácidos linoleico e linolênico (ALVES *et al.*, 2017), devido à diminuição atividade das bactérias celulolíticas, o que reduz o coeficiente de digestibilidade da FDN e CMS (BARBOSA *et al.*, 2021). Apesar disso, tais fatores não influenciaram as variáveis ofertas de forragem e taxa de lotação dos pastos, que se mantiveram dentro dos patamares aceitáveis para sistemas intensivos de ovinos a pasto (PARSONS *et al.*, 1983).

Por outro lado, vale salientar que tal fator não foi suficiente para comprometer o CMS dos ovinos, haja vista que o uso do óxido de cálcio utilizado para destoxificação TM *in natura* melhora a digestibilidade da proteína por reduzir a fração C, que representa a fração não aproveitada pelo animal por estar ligada às ligninas, sendo altamente resistente às enzimas microbianas e indigestível ao longo trato gastrointestinal (LICITRA *et al.*, 1996). De acordo com Araújo *et al.* (2020), produtos alcalinos agem sobre a fração fibrosa da torta, promovendo ruptura das pontes de hidrogênio, tornando as moléculas de celuloses mais suscetíveis às enzimas celulolíticas.

Os valores médios dos parâmetros sanguíneos ureia e bilirrubina total foram de 25,73 mg.dL⁻¹ e 0,27 mg.dL⁻¹ respectivamente e estão dentro dos intervalos relatados por Kaneko *et al.* (2008) como sendo normais, ou seja, entre 17,00 e 43,00 mg.dL⁻¹ para ureia e 0,10 e 0,42 mg.dL⁻¹ para bilirrubina total, enquanto que para creatinina foi constatado valor de 0,84 mg.dL⁻¹, inferior ao intervalo de 1,20 e 1,90 mg.dL⁻¹, proposto pelos autores. O conteúdo de creatinina varia de acordo com a categoria (borregos), que são animais jovens e leves, com o sexo e com o horário do dia, pois durante a madrugada ocorre maior produção de creatinina que é perdida pela micção, com o aumento da taxa de filtração glomerular dos rins, sendo eliminada na urina. Portanto, os níveis de creatinina sanguínea são maiores em animais adultos com maior massa muscular quando comparado com ovinos jovens (KOZLOSKI *et al.*, 2005; HENRIQUES *et al.*, 2016).

Os maiores níveis da enzima aspartato aminotransferase nos sangues (AST) verificados nos ovinos suplementados com FS e alocados em pastos adubados com UR estão relacionados à maior atividade diária dos animais em pastejo, visto que houve redução de 31,00 minutos por dia no tempo dedicado à atividade em ócio, quando comparado à média dos demais manejos adotados. Segundo Harris *et al.* (1998), a atividade física aumenta os níveis séricos da enzima AST, que são acompanhados pelo incremento da creatina fosfoquinase. No presente estudo, o valor médio verificado para a enzima é de 158,28 UI.L⁻¹, considerado normal de acordo com Kaneko *et al.* (2008), que citam valores entre 66,00 e 230,00 e UI.L⁻¹.

Embora sem efeito ($P > 0,05$) e de acordo com Kaneko *et al.* (2008), o valor observado para a enzima fosfatase alcalina (FA) nos ovinos alimentados com dietas contendo FS e pasto adubados com TM *in natura* estão acima do intervalo de referência (68,00 – 387,00 UI.L⁻¹) o que pode estar associado à categoria animal, ainda em fase de crescimento, onde há intensa atividade osteoclástica, elevando seus níveis (THRALL, 2006). Valor superior ao intervalo de referência, entre 20,00 e 52,00 UI.L⁻¹ de acordo com Kaneko *et al.*

(2008), também foi verificado para a variável gama-glutamil transferase (GGT), com valor médio de 65,26 UI.L⁻¹ e pode ser devido às desordens hepatobiliares. O aumento observado para GGT pode estar relacionado ao alto nível de energia nas dietas, haja vista que os níveis de 71,16 e 73,56% de NDT foram estimados para as dietas à base de FS e TMd, respectivamente. A enzima GGT está envolvida na transferência de aminoácidos através da membrana celular, principalmente nos hepatócitos. Quando seus níveis estão alterados, pode ser indicativo de lesão hepática (KANEKO *et al.*, 2008), que pode estar associada à ocorrência esteatose hepática ou intoxicação por ricina em ratos e ovino (KUMAR *et al.*, 2003; ASLANI *et al.*, 2007). Apesar disso, não foi observado intoxicação dos ovinos alimentados com dietas contendo TMd, haja vista que a torta de mamona estava destoxificada de acordo com os ensaios de eletroforese e hemaglutinação com hemácias de coelhos (Figura 7) e os animais alimentados com dietas contendo FS não apresentaram diferenças entre os níveis séricos de GGT. Além disso, não houve sinais clínicos associados à intoxicação de mamona nos ovinos, caracterizadas pela irritação gastrointestinal com a presença de vômitos, diarreia que progride para sanguinolência nas fezes, dores abdominais, desidratação, letargia e convulsões, culminando em morte (ALBRETSEN *et al.*, 2000). Portanto, pelo exposto, ratifica-se que a substituição do farelo de soja pela torta de mamona destoxificada não alterou os parâmetros hepáticos e renais dos animais, evidenciando o potencial de utilização do subproduto como insumo alternativo na formulação de dietas para pequenos ruminantes.

A redução do ganho de peso médio diário (GMD) observado nos ovinos suplementados com TMd é atribuída à redução da DMS, que está associada possivelmente às reações de *Maillard*, tornando indisponível parte do nitrogênio da torta de mamona, além dos valores de extrato etéreo da dieta e a presença do ácido ricinoleico, como já mencionados anteriormente (Tabela 5). Tal resultado influenciou negativamente no ganho de peso total, no tempo de terminação e no rendimento de peso corporal dos ovinos alimentados com dietas contendo TMd. De acordo com Jenkins e McGuire (2006), o fornecimento de concentrados com elevado teores de EE provenientes de óleos de origem vegetal promove inibição da etapa final do processo de biohidrogenação pelos microrganismos ruminais, por exceder a capacidade limite das bactérias em saturar o volume dos ácidos graxos provenientes do óleo, aumentando significativamente a concentração de ácido vacênico (trans 11-C18:1). Este ácido graxo pode servir como substrato para atuação da enzima delta 9 - dessaturase nos tecidos para síntese endógena de ácido linoleico conjugado (CLA), ácido graxo comprovadamente anticarcinogênico (BAUMAN & GRIINARI, 2001). Tal fato é comprovado em trabalho realizado por Oliveira *et al.* (2008) avaliando o perfil de ácidos graxos no músculo e na capa

de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. Os autores observaram que os animais alimentados com dietas contendo óleo de soja, perfazendo teores de EE de 6,21% na MS total apresentaram aumento significativo na concentração de CLA no músculo *Longissimus dorsi*, resultante da presença dos ácidos graxos insaturados no óleo de soja na dieta dos animais.

O maior ganho de peso total nos ovinos alimentados com ração contendo FS é atribuído ao maior ganho de peso diário e que, em ambos os tipos de rações, foram considerados satisfatórios, visto que ovinos da raça Santa Inês em geral entram para a fase de terminação com peso entre 18,00 e 20,00 kg e são abatidos quando atinge peso entre 28,00 e 32,00 kg PC. O peso corporal preconizado para finalização da fase de terminação, de 28,00 kg, é o valor de peso em que há cessamento do aumento da quantidade de músculo na carcaça, havendo apenas o acúmulo da gordura corporal nos ovinos, sendo considerado como ponto de maturidade fisiológica para raça Santa Inês (QUEIROZ *et al.*, 2015).

Pelo exposto, os animais suplementados com FS apresentaram tempo de terminação mais curto, quando comparados aos ovinos que consumiram ração à base de TMD. A melhor DMS da ração contendo FS favoreceu o resultado, já mencionado. Entretanto, em todos os manejos adotados, a fase de terminação foi inferior a 120 dias, consistente com as recomendações de Farias (2003) para sistemas intensivos de ovinos a pasto. Portanto, a torta de mamona destoxificada como suplemento tem potencial para utilização na dieta de pequenos ruminantes, porém com redução na rotatividade dos animais no sistema, devido ao maior tempo de permanência dos ovinos no pasto.

O maior rendimento de peso corporal (RPC) dos ovinos alimentados com dietas contendo FS está associado ao maior ganho de peso, tempo de terminação e ao maior número de ciclos ao ano e que teve influência direta da DMS e dos teores de EE da dieta, pois não houve diferenças entre as taxas de lotação. Os valores de RPC encontrados no presente trabalho são superiores ao intervalo estabelecido por Corsi e Santos (1995) para as metas de exploração intensiva de pastos, os quais sugeriram produtividade entre 1600 e 2000 kg PC.ha⁻¹.ano⁻¹. O mesmo foi observado quando considerado o uso do pasto com apenas oito meses (período seco), haja vista que durante o período chuvoso, os ovinos em pastejo são mais propícios a perdas de peso, devido à dificuldade locomoção em pasto úmido, culminando na redução do consumo e conseqüentemente do ganho de peso, além dos problemas sanitários relacionados à pododermatites, verminose, entre outros.

Os valores observados para as respostas do padrão de crescimento de ovinos da raça Santa Inês utilizando modelos não lineares de Gompertz (Tabela 11) foram semelhantes

aos verificados por Malhado *et al.* (2009). Inicialmente, o crescimento animal é caracterizado por deposição acelerada de tecido muscular, fase de maior deposição de proteínas e, conseqüentemente, musculatura, posterior estabilização e em seguida incremento na deposição de gordura, representando o período de maturidade (OWENS *et al.*, 1993). Os ovinos suplementados com dietas contendo TmD e alocados em pastos adubados com TM *in natura* (TMdTM) alcançaram peso corporal médio de 28,06 kg aos 210 dias de idade.

Na média dos manejos adotados, o ponto de máxima eficiência de crescimento acumulado dos ovinos, estimado pela equação de Sakomura & Rostagno (2007) foi atingido aos 230 dias de idade, com 27,50 kg de peso corporal (PC) e taxa de ganho médio de 100,00 g.animal.dia⁻¹. Nesse sentido, considerando a idade (3,60 meses) em que os animais iniciaram a fase de engorda, deduz-se que o tempo médio despendido com a fase de terminação deve ser de 122 dias, tempo máximo de permanência recomendado para o abate de ovinos manejados em sistemas intensivos a pasto (FARIAS, 2003). A compreensão desse período da curva de crescimento possibilita programar o abate para a fase em que os animais começam a reduzir a eficiência alimentar, garantindo maior rentabilidade ao produtor.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) máxima alcançada abaixo dos 60 dias de idade indica que, neste período, os animais já atingiram sua taxa máxima de crescimento (SARMENTO *et al.*, 2006). A resposta está relacionada ao período de amamentação dos cordeiros, que associado à suplementação concentrada maximizou o resultado. Outro fator que deve ser levado em consideração é o fato de os animais avaliados serem manejados em pastagem natural (Caatinga), portanto, os critérios de seleção adotados no rebanho seguem a premissa de escolher os animais mais adaptados às condições ambientais do Semiárido Brasileiro. Esses animais apresentam menor peso na maturidade, como estratégia de diminuir a necessidade de manutenção da exigência nutricional e conseguir sobreviver às condições adversas da região. De acordo com Sarmento *et al.* (2006), a baixa disponibilidade de alimentos parece ser um dos fatores que mais está associado a esta resposta, representando um possível mecanismo adaptativo para assegurar a sobrevivência da espécie.

Segundo Silva *et al.* (2012), existe uma correlação negativa (-0,93) entre as taxas de crescimento e o peso à maturidade, pois animais com altas taxas de crescimento tendem a ser mais leves na maturidade (parâmetro A), fato comprovado no presente estudo. Os resultados obtidos neste estudo ratificam a hipótese de que ovinos da raça Santa Inês selecionados para sistemas produtivos em região semiárida apresentam rápida taxa de crescimento inicial e baixo peso na maturidade. Do ponto de vista produtivo, os animais

seriam abatidos mais precocemente e mais leves e, portanto, o produtor aumentaria o número de ciclos de produção por ano e, conseqüentemente, sua lucratividade.

4.5 Conclusão

A ração contendo farelo de soja, comparada à ração à base de mamona destoxificada como fonte proteica, favorece o maior rendimento de peso corporal dos ovinos por área.

A utilização da torta de mamona como suplemento ou adubo orgânico não afeta o consumo de nutrientes, as funções hepáticas e renais dos ovinos em pastejo, sendo mais um insumo alternativo com potencial de uso na produção de pequenos ruminantes em pastejo.

Ovinos selecionados para os sistemas de produção no semiárido apresentam taxa de crescimento inicial rápida e baixo peso à maturidade, com máximo ganho médio diário ainda na fase de aleitamento e peso corporal ideal de abate aos 230 dias de idade, momento de melhor eficiência de crescimento, sendo recomendado o período de terminação de até 122 dias para ovinos em pastejo.

5 CAPÍTULO III: TORTA DE MAMONA PARA O CONTROLE DE PARASITAS DE OVINOS TERMINADOS A PASTO

RESUMO

Objetivou-se avaliar a torta de mamona como insumo alternativo no controle de parasitas gastrintestinais de ovinos terminados em pastagem irrigada sob lotação contínua. Os tratamentos consistiram em ovinos suplementados com farelo de soja e o pasto adubado com ureia (FSUR), ovinos suplementados com torta de mamona destoxificada e o pasto adubado com ureia (TMdUR), ovinos suplementados com farelo de soja e o pasto adubado com torta de mamona *in natura* (FSTM) e ovinos suplementados com torta de mamona destoxificada e o pasto adubado com torta de mamona *in natura* (TMdTM) num delineamento em blocos completos casualizados (DBC), com 16 repetições (ovinos), com medidas repetidas no tempo, sendo as parcelas os tratamentos e as subparcelas os tempos de coleta. Foram avaliadas: larvas infectantes de nematoides no pasto (L3.g MS⁻¹), número de ovos por grama de fezes (OPG), volume globular (VG), proteína plasmática total (PPT), grau FAMACHA[®] e escore da condição corporal (ECC). Para a contagem de parasitas gastrintestinais adultos, utilizou-se DBC, com seis repetições. Não houve interação (P>0,05) para nenhuma variável avaliada. Para o fator isolado de tratamento, não é verificado efeito (P>0,05) para as variáveis L3.g MS⁻¹, OPG e grau FAMACHA[®], no entanto, é observado para a variável VG (P<0,05) e para ECC e PPT (P<0,01). Em relação aos tempos de coleta, com exceção do grau FAMACHA[®], as demais variáveis apresentam efeito (P<0,01). O número médio de larvas infectantes no pasto, OPG e grau FAMACHA[®] são de 126, 841 e 1,85, respectivamente. Os valores observados para as variáveis VG e PPT são superiores a 25,90% e 6,40 g.dL⁻¹, sendo considerados normais. Como adubo orgânico, a aplicação fracionada da torta de mamona *in natura* não reduz a contaminação das pastagens por lavas de nematoides. Ração com ou sem torta de mamona destoxificada são eficientes na resiliência dos ovinos da raça Santa Inês aos parasitas gastrintestinais. Houve efeito (P<0,05) para número de parasitas gastrintestinais adultos no abomaso. Os tratamentos que utilizam torta de mamona reduziram os parasitas adultos presentes no abomaso dos ovinos, achados que corroboram para a indicação de uso da torta de mamona como insumo no controle da verminose.

Palavras chaves: *Haemonchus contortus*; Helmintos; proteína plasmática total; resíduo agroindustrial; *Ricinus communis*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate castor bean cake as an alternative input for controlling gastrointestinal parasites in sheep finished on irrigated pasture under continuous stocking. The treatments consisted of sheep supplemented with soybean meal on pasture fertilized with urea (SMUR), sheep supplemented with detoxified castor bean cake on pasture fertilized with urea (CCdUR), sheep supplemented with soybean meal on pasture fertilized with fresh castor bean cake (SMCC) and sheep supplemented with detoxified castor bean cake on pasture fertilized with fresh castor bean cake (CCdCC) in a randomized block design (RDB), with 16 replications (sheep), with repeated measures in time, in which treatments were assigned to the plots and the collection times, to the split-plots. Evaluations were carried out for infective nematode larvae in the pasture (L3.g DM⁻¹), number of eggs per gram of feces (EPG), globular volume (GV), total plasma protein (TPP), FAMACHA[®] score and body condition score (BCS). For counting adult gastrointestinal parasites, RDB was adopted, with six replications. There was no interaction ($P>0.05$) for any variable evaluated. For the treatment factor alone, there was no effect ($P>0.05$) for L3.g DM⁻¹, EPG and FAMACHA[®] score, but rather for GV ($P<0.05$) and for BCS and TPP ($P<0.01$). In relation to collection times, except for the FAMACHA[®] score, the other variables showed an effect ($P<0.01$). The average number of infective larvae in the pasture, EPG and FAMACHA[®] score were 126, 841 and 1.85, respectively. Values of GV and TPP were greater than 25.90% and 6.40 g.dL⁻¹, being considered normal. As for organic fertilizer, the split application of fresh castor bean cake did not reduce pasture contamination by nematode larvae. Feed with or without detoxified castor bean cake were efficient for resilience of Santa Inês sheep to gastrointestinal parasites. There was an effect ($P<0.05$) for the number of adult gastrointestinal parasites in the abomasum. Treatments using castor bean cake reduced the number of adult parasites present in sheep abomasum, which corroborate the indication of the use of castor bean cake as an input for the control of verminosis.

Keywords: *Haemonchus contortus*; irrigated pasture; agro-industrial residue; *Ricinus communis*; worm infection.

5.1 Introdução

O rápido e contínuo crescimento da população tem aumentado a demanda por alimentos em todo mundo, obrigando os produtores a produzirem maiores quantidades e com mais eficiência, principalmente no setor agropecuário. O uso de suplementação, aplicação de fertilizantes, principalmente nitrogênio (N) e técnicas de irrigação, tem se tornado uma opção importante na intensificação dos sistemas pastoris, por promover um aumento na produção de biomassa, desempenho animal, elevando a capacidade de suporte e o ganho por área (FAGUNDES *et al.*, 2011).

Dentre os ruminantes, os ovinos se destacam pela fácil capacidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas, apresentando bom desempenho produtivo a pasto (OLIVEIRA *et al.*, 2016). No entanto, a ovinocultura é limitada, devido, principalmente, ao parasitismo gastrointestinal, que provoca perda de peso, redução na produção, baixa fertilidade e altas taxas de mortalidade durante o período chuvoso em animais criados intensivamente (NOGUEIRA *et al.*, 2011; MOLENTO *et al.*, 2013).

Haemonchus contortus é a principal espécie de helminto que acomete os pequenos ruminantes. É um parasito de hábito hematófago, causando anemia, perda de peso e pode levar o animal à morte (MAVROT *et al.*, 2015; EMERY *et al.*, 2016). Os anti-helmínticos têm sido amplamente empregados no controle das verminoses. Todavia, seu uso onera os custos de produção e quando utilizado de maneira contínua, incorreta e indiscriminada, pode promover o aumento de populações de nematoides resistentes (MELO *et al.*, 2015).

Diante da problemática sanitária, vários estudos têm sido desenvolvidos com o propósito de mitigar o efeito negativo causado pelos nematoides gastrintestinais, como por exemplo, a utilização de raças mais resistentes à verminose, o manejo das pastagens, o uso de rações energéticas, o emprego do controle biológico, a utilização de plantas que possuem princípios ativos anti-helmínticos, além de estratégias de controle da fase de vida livre de nematoides gastrintestinais no solo (VILELA *et al.*, 2012; MIRANDA, 2018; SALLES *et al.*, 2019).

Somado a isso, sendo o Brasil um país agrícola, a pandemia elevou os preços das commodities, principalmente milho e soja, devido ao aumento nas exportações. Neste cenário, o uso de subprodutos gerados pela agroindústria pode contribuir para a redução dos custos com a alimentação animal. Dentre estes, destacam-se os coprodutos da cadeia ricinoquímica, como a torta e o farelo de mamona, oriundos da extração do óleo.

A torta de mamona é um alimento proteico-energético e de boa digestibilidade, porém sua utilização na forma *in natura* na alimentação animal é limitada, por conter substâncias tóxicas tais como: a ricina, *ricinus aglutinina*, ricinina e complexo alergênico (DANG & VAN DAMME, 2015). Entretanto, já existe método de destoxificação seguro (ANDRADE *et al.*, 2019), com respostas satisfatórias na produção animal (SANTOS NETO *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2020).

Como fertilizante orgânico, na sua forma *in natura*, esse coproduto apresenta teores interessantes de nutrientes, tais como: nitrogênio, fosforo, potássio, cálcio e baixa relação C:N, o que favorece a mineralização e disponibilidade de nutrientes para as plantas (SILVA *et al.*, 2012), além de ter efeito positivo no controle dos estágios de vida livre de parasitas gastrintestinais em ovinos a pasto (MARANGUAPE *et al.*, 2020).

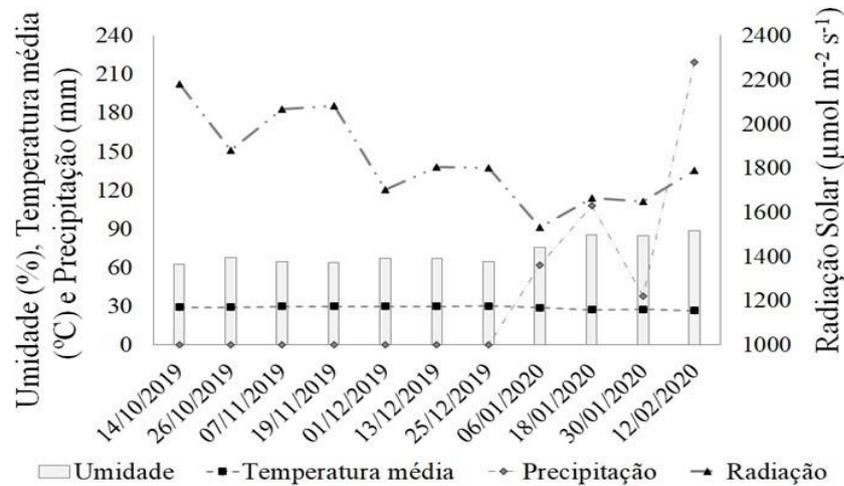
Pelo exposto, o estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do uso da torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja e da torta de mamona como fertilizante orgânico em substituição à ureia, no controle de parasitas gastrintestinais de ovinos da raça Santa Inês terminados em pastagem irrigada de *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani, sob lotação contínua.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Descrição da área experimental

Todos os procedimentos do presente experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, protocolo nº 001/2017. O estudo foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos no município de Sobral – CE, Brasil, localizada a 3°44'50" de latitude sul, 40°21'28" de longitude oeste, de outubro de 2019 a fevereiro de 2020. O clima da região é o BSh, semiárido quente (KÖPPEN, 1936). Na Figura 10 são apresentados os dados climáticos coletados em estação meteorológica instalada na área experimental, durante o período de avaliação.

Figura 10 – Umidade relativa (%), temperatura média (°C), precipitação (mm) e radiação solar ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) do período experimental (out/2019- fev/2020)



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos consistiram de: ovinos suplementados com farelo de soja e pasto adubado com ureia (FSUR); ovinos suplementados com torta de mamona destoxificada e pasto adubado com ureia (TMdUR); ovinos suplementados com farelo de soja e pasto adubado com torta de mamona *in natura* (FSTM) e ovinos suplementados com torta de mamona destoxificada e pasto adubado com torta de mamona *in natura* (TMdTM). Procedeu-se um delineamento em bloco casualizado (DBC) com medidas repetidas no tempo. As parcelas consistiram dos quatro tratamentos (FSUR, TMdUR, FSTM e TMdTM) e as subparcelas, tempos de coleta, com dezesseis repetições (ovinos). Foram avaliados: a contaminação do pasto por larvas infectantes de nematoides (L3.g MS^{-1} de forragem), o número de ovos por grama de fezes (OPG), o volume globular (VG), a proteína plasmática total (PPT), o grau FAMACHA[®] e o escore de condição corporal (ECC). Os tempos de coletas foram em intervalos de 21 dias para variável contaminação do pasto por larvas infectantes de nematoides (L3.g MS^{-1} de forragem) e em intervalos de 14 dias para as demais variáveis. O delineamento utilizado para contagem de parasitas no trato gastrointestinal dos ovinos foi em blocos inteiramente casualizados com quatro tratamentos (FSUR, TMdUR, FSTM e TMdTM) e seis repetições (ovinos).

Foram utilizados 64 ovinos da raça Santa Inês, sendo 32 machos castrados e 32 fêmeas, com média de idade de $3,60 \pm 0,60$ meses e peso inicial de $19,42 \pm 3,60$ kg,

distribuídos em quatro tratamentos, formados por quatro repetições, ou seja, quatro piquetes (500,00 m²) contendo quatro animais, totalizando, dessa forma, 16 ovinos por tratamento. Foram utilizadas 30 ovelhas como animais de equilíbrio, com peso corporal (PC) de 35,00 ± 3,53 kg e, aproximadamente, cinco anos de idade, também manejadas sob lotação contínua, recebendo suplementação concentrada, conforme os animais de prova.

5. 2.3 Estabelecimento da pastagem e destoxificação da torta de mamona

Foi realizada colheita de solo na camada de 0-20,00 cm de profundidade para as avaliações dos atributos físicos e químicos. O solo da área experimental classificou-se como Luvissole Crômico Órtico (SANTOS *et al.*, 2013) e apresentou as seguintes características pH=6,80; Matéria orgânica=17,27 g.kg⁻¹; P=23,00 mg.kg⁻¹; K=0,20 cmol_c.kg⁻¹; Ca=11,50 cmol_c.kg⁻¹; Mg=3,40 cmol_c.kg⁻¹; H+Al= 1,98 cmol_c.kg⁻¹; Al=0,00 cmol_c.kg⁻¹; Soma de bases (SB)=15,10 cmol_c.kg⁻¹ Capacidade de troca catiônica (CTC)=17,08 cmol_c.kg⁻¹; V=89,00%. O solo apresentava para S; Na; Cu; Fe; Zn; Mn; B os valores de 153,00; 23,00; 40,00; 80,00; 13,00; 159,00 e 1,30 cmol_c.kg⁻¹, respectivamente. Já, para Argila; Silte; Areia Grossa e Areia Fina, os valores obtidos foram, respectivamente, de: 161,00; 219,00; 327,00; 293,00 g.kg⁻¹.

Com base na análise de solo, realizou-se a adubação de fundação com o formulado 06:28:16 para atender a recomendação de 40:70:40 kg de NPK, além de 40,00 kg.ha⁻¹ de micronutriente FTE BR-12 (CANTARUTTI *et al.*, 1999). Inicialmente, como fonte nitrogenada utilizou-se o sulfato de amônio. Previamente, a área passou por tratos culturais mecanizáveis: destoca, aração e gradagem. O pasto de capim-tamani foi implantado em 12 de julho de 2019, com o auxílio de uma plantadeira hidráulica de quatro linhas. Utilizou-se uma quantidade de sementes equivalente a 20,00 kg.ha⁻¹, semeadas a uma distância de 40,00 cm entre linhas e dois cm de profundidade.

A área era dotada de um sistema de irrigação do tipo aspersão fixa de baixa pressão, com pressão de serviço < 2,50 kgf cm², onde a irrigação era realizada diariamente, no período noturno. A lâmina d'água aplicada correspondeu a uma evapotranspiração da cultura de 6,90 mm.dia⁻¹, com eficiência de aplicação de 75,00%. A avaliação da uniformidade de distribuição de água pelo sistema foi realizada com auxílio de pluviômetros espaçados a uma distância de 3,00 x 3,00 m, a uma altura de 0,50 m do solo, em dois piquetes alternados diagonalmente.

A torta de mamona foi adquirida na Bioenergy Brazil Indústria e Comércio LTDA, localizada no município de Monsenhor Tabosa, Ceará a partir da extração mecânica (prensagem) do óleo da semente, utilizando temperaturas entre 90 e 100°C. O subproduto foi

armazenado em embalagens de rafia de polipropileno com capacidade de 50,00 kg, e mantido sobre estrado de madeira, em galpão fechado, até a utilização no experimento.

A torta de mamona *in natura*, utilizada na forma de adubo orgânico apresentou valores para N; P; K; Ca; Mg, S de 55,02; 12,00; 15,70; 6,50; 8,70; 1,60 g.kg⁻¹ e relação C:N= 5,20, enquanto para Cu; Fe; Zn; Mn e B os valores foram de 26,00; 532,00; 168,00; 62,00 e 7,00 mg.kg⁻¹. A torta de mamona destinada à suplementação dos animais foi destoxificada com óxido de cálcio (CaO), na proporção de 90,00 g (CaO) por quilograma de torta e dissolvidos em 2,50 litros de água (ANDRADE *et al.*, 2019). A destoxificação foi confirmada após caracterização eletroforética (SDS-PAGE) das amostras de extrato da torta de mamona (TM), torta de mamona destoxificada (TMd) e da dieta contendo TMd (DTMd), além da análise da atividade hemaglutinante das lectinas tóxicas, conforme Andrade *et al.* (2019).

5.2.4 Manejo geral da pastagem

Antes do início do experimento, em 09 de setembro de 2019, foi avaliada a presença de larvas em estágio L3 na pastagem (L3.g MS⁻¹), conforme UENO & GONÇALVES (1998). Na ocasião, constatou-se uma baixa contaminação da pastagem, de uma L3.g MS⁻¹ de forragem. A contaminação dos piquetes ocorreu entre 09 e 24 de setembro de 2019 através de ovelhas naturalmente infectadas com OGP médio de 860. Posteriormente, em 24 de setembro de 2019, foram adicionados à pastagem 42,00 kg de fezes contaminadas por piquete, obtidas no capril da instituição. Para o cálculo foram considerados quatro ovinos com peso médio de 25,00 kg de PC, defecando 2,00% do seu PC durante 21 dias de permanência na pastagem, período correspondente ao ciclo evolutivo dos parasitas. As fezes foram obtidas de animais naturalmente infectados, com um OPG médio de 3505. A entrada dos animais experimentais na área ocorreu em 03 de outubro de 2019, permanecendo até 17 de fevereiro de 2020.

As aplicações dos adubos, químico (ureia) e orgânico (torta de mamona *in natura*), ocorreram sete dias após o término da contaminação da pastagem (01 de outubro de 2019). O pasto de capim-tamani foi adubado conforme os tratamentos com ureia (45,00% N) ou torta de mamona *in natura* (5,00% N), respectivamente. Para o manejo de adubação do capim-tamani em condições intensivas, seguiu-se a recomendação de 450,00 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, conforme Vasconcelos *et al.* (2018), mantendo altura média de 22,00 cm. Ambas as aplicações foram fracionadas igualmente, no início e na metade dos ciclos produtivos da cultura, de 24 dias cada. A pastagem foi manejada sob lotação contínua com taxa de lotação variável (MOTT & LUCAS, 1952). Todos os piquetes foram delimitados com cerca de tela e

providos de comedouros, bebedouros, saleiros e telas de sombreamento de 2,00 x 3,00 m, com 50,00% de transmitância de luz.

5.2.5 Manejo geral dos animais e dieta

Antes de serem alocados nos piquetes, os animais foram tratados com antiparasitários à base de Closantel sódico 10,00% (10,00 mg.kg⁻¹) e Cloridrato de levamisol 5,00% (5,00 mg.kg⁻¹) administrados via oral com intervalos de 10 dias entre as aplicações, seguindo a seguinte ordem: Cloridrato de levamisol, Closantel e Cloridrato de levamisol. A ausência de infecção parasitária foi confirmada por meio do OPG. Os animais machos foram castrados com burdizzo no início do experimento, conforme Resolução CFMV nº 877 de fevereiro de 2008 (CFMV, 2008). Após a coleta no dia 42, verificou-se que os animais estavam clinicamente saudáveis, com um pequeno aumento na variável OPG, portanto, em 20 de novembro de 2019, decidiu-se desafiar os animais, infectando os ovinos com, aproximadamente, 3.000 larvas (L3), obtidas por coproculturas (UENO & GONÇALVES, 1998), contendo 90,00% de *Haemonchus contortus*. A contaminação foi realizada por via oral, com o auxílio de uma seringa.

As rações à base de milho, soja e torta de mamona destoxificada foram formuladas para ganhos de peso vivo médio diário de 200,00 g.dia⁻¹, na seguinte relação de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais NDT: (140,00:679,00) g.kg⁻¹ de MS, segundo Miranda (2018). De acordo com a autora, as rações possibilitam aos ovinos em pastejo maior resiliência parasitária, reduzindo os efeitos provocados pela hemoncose, por conferir maior síntese de proteína microbiana aos animais. A composição química dos ingredientes e suas proporções estão demonstradas nas Tabelas 13 e 14.

O suplemento foi fornecido na proporção de 1,80% do PC, considerando o consumo diário de matéria seca equivalente a 3,60% do PC (NRC, 2007). O sal mineral foi fornecido à vontade na parte da manhã, e o suplemento concentrado diariamente, às 17:30 horas, melhor horário observado em função da menor atividade de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), presentes nos cochos. Os cordeiros foram pesados quinzenalmente, sempre no período matutino, com um auxílio de uma balança digital, modelo BL300pro marca Laboremus.

Tabela 13 – Composição química bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais.

Itens (g.kg ⁻¹ de Matéria seca)	Ingredientes				
	CTu	CTt	FM	FS	TMd
Matéria seca	954,80	956,80	889,90	902,40	931,20
Matéria orgânica	877,50	874,30	932,10	985,10	846,40
Matéria mineral	122,50	125,70	18,50	14,90	153,60
Proteína bruta	101,30	101,40	101,50	489,40	301,30
Proteína insolúvel em detergente neutro	38,10	40,30	25,00	30,50	129,40
Proteína insolúvel em detergente ácido	10,00	7,30	20,60	33,10	81,30
Extrato etéreo	36,40	31,60	58,00	43,80	78,30
Carboidratos totais	739,80	741,30	822,00	451,90	466,80
Carboidratos não fibrosos	16,80	3,80	659,60	271,40	136,60
Carboidratos estruturais	720,30	737,50	163,00	180,50	330,20
Fibra em detergente neutro	758,10	764,70	191,90	192,90	355,20
FDN corrigido para cinzas e proteína	723,00	737,50	163,00	180,50	330,20
Fibra em detergente ácido	366,70	372,00	54,00	39,70	328,50
Lignina	13,30	15,70	6,10	1,30	36,00
Hemiceluloses	391,40	392,70	137,90	153,20	26,70
Nutrientes digestíveis totais	574,70	565,20	861,30	853,60	695,20

Fonte: Dados da pesquisa.

CTu- Capim-tamani adubado com ureia; CTt- Capim-tamani adubado com torta de mamona *in natura*; FM- Farelo de milho; FS- Farelo de soja; TMd- Torta de mamona destoxificada.

Tabela 14 – Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Item (% matéria seca)	Proporções dos ingredientes	
	Ração padrão	Ração alternativa
Capim-tamani	51,13	46,95
Farelo de milho	39,10	33,42
Farelo de soja	9,77	----
Torta de mamona destoxificada	----	16,45
Óleo de soja	----	3,18
Premix mineral ¹	À vontade	
Total	100	100
Itens (g.kg ⁻¹ de Matéria seca)	Composição química da dieta	
Matéria seca	924,80	931,00
Matéria orgânica	908,50	862,00
Matéria mineral	72,10	89,70
Proteína bruta	139,30	131,10
Proteína insolúvel em detergente neutro	32,80	48,00
Proteína insolúvel em detergente ácido	16,40	20,40
Extrato etéreo	44,30	79,70
Carboidratos totais	744,20	699,20
Carboidratos não estruturais	289,50	247,50
Carboidratos estruturais	454,70	451,60
Fibra em detergente neutro	483,20	480,00
FDN corrigido para cinzas e proteína	454,70	451,60
Fibra em detergente ácido	213,80	245,50
Lignina	9,90	14,80
Hemiceluloses	269,30	234,50
Nutrientes digestíveis totais (NRC, 2001)	711,60	735,60

Fonte: Dados da pesquisa.

Ração padrão: à base de Farelo de milho e soja e Ração alternativa: à base de farelo milho e torta de mamona destoxificada. ¹Composição: fósforo – 65,00 g; cálcio – 177,50 g; enxofre - 20,00 g; magnésio – 8,00 g; sódio - 162,00 g; cobalto – 0,04 g; zinco – 1,90 g; manganês – 1,35 g; iodo – 0,071 g; selênio – 0,02 g; flúor – 0,76 g; cobre – 0,20 g e veículo - 1.000 g.

5.2.6 Coleta de dados

A avaliação da contaminação do pasto realizada pela quantificação de larvas infectantes L3 de nematoides recuperadas ocorreu a cada 21 dias, entre os dias 0 e 126, desde o início do experimento (03 de outubro de 2019). Com o auxílio de uma tesoura de poda, três amostras aleatórias de capim-tamani de cada piquete foram coletadas, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e levadas ao laboratório para recuperação de larvas infectantes conforme o método de Ueno & Gonçalves (1998).

Diariamente, com auxílio de régua graduada, foi registrada a altura média da pastagem, amostrando trinta e cinco pontos por piquete. Ao final de cada ciclo de crescimento da cultura, de 24 dias, foi estimada a biomassa seca de forrageira total (BFT), cortando-se a biomassa total contida no solo em duas estruturas retangulares de 0,50 x 0,50 m², em cada piquete. No laboratório, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel perfurados, pesadas, identificadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, até peso constante e, novamente pesadas, obtendo-se a BFT, expressas em kg de MS.ha⁻¹.

As coletas das variáveis OPG, VG, PPT, ECC e grau FAMACHA[®] foram realizadas a cada quatorze dias, entre os dias 14 e 126, sendo o dia 0 o primeiro dia de alimentação, início do experimento. Analisou-se o grau de anemia dos animais, por meio da comparação da cor da conjuntiva (vermelho robusto, vermelho rosado, rosa, branco e branco pálido) e os graus FAMACHA[®] (um, dois, três, quatro e cinco) contidos no cartão-guia (KAPLAN *et al.*, 2004). Para a avaliação do ECC, considerou uma escala de um a cinco, levando-se em conta as condições corporais da região lombar dos ovinos, onde foram classificadas: um (muito magro) e cinco (obeso) (RUSSEL *et al.*, 1969). Ambas as avaliações procederam sempre pela mesma pessoa, previamente treinada.

As fezes foram coletadas diretamente da ampola retal para contagem do número de OPG e para realização de coprocultura (UENO & GONÇALVES, 1998). Para quantificação do OPG, foi utilizada a técnica de McMaster (HANSEN & PERRY, 1994). A identificação do gênero das larvas infectantes foi realizada pela técnica descrita por Ueno & Gonçalves (1998). Amostras de sangue foram coletadas por punção da veia jugular dos

animais em tubos Vacutainer® de 4,50 mL, com etilenodiaminotetracetato de sódio (EDTA) como anticoagulante, e utilizadas para a dosagem das variáveis VG e da PPT.

O abate foi realizado quando o primeiro grupo de animais de um tratamento atingiu o peso médio de 28,00 kg de PC, segundo Costa *et al.* (2020). Previamente, os animais foram pesados e em seguida submetidos a um jejum de 16 horas de dieta sólida e de 12 horas de dieta hídrica, e em seguida, novamente pesados. Posteriormente, foram transportados ao abatedouro/frigorífico credenciado pelo Ministério da Agricultura. Vinte e quatro animais, sendo seis de cada tratamento, três machos e três fêmeas, foram abatidos por dessensibilização por eletronarcolese, com descarga elétrica de 220 V por oito segundos, seguida de sangria pela seção da carótida e jugular, conforme o RISPOA (BRASIL, 2017). Após o abate, foram realizadas ligaduras duplas das extremidades anterior e posterior dos órgãos abomaso, intestino delgado e intestino grosso, com a finalidade de se evitar o extravasamento do conteúdo e helmintos entre os compartimentos. No laboratório, os órgãos foram separados, lavados e todo o conteúdo recuperado em baldes separadamente por animal e por órgão. Em seguida, procedeu-se a recuperação dos parasitos adultos, conforme Ueno & Gonçalves (1998).

5.2.7 Descrição dos procedimentos estatísticos

Para as variáveis OPG e número de larvas infectantes L3, os dados foram transformados em $\log(x+10)$, visando a estabilização da variância. Os dados foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilks) e de homocedasticidade (Levene) e, atendida as pressuposições, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. A interação entre tratamentos x tempo de coleta foi desdobrada somente quando significativa a 5,00% de probabilidade. Para avaliação dos tratamentos, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5,00% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento MIXED do programa computacional SAS, versão 9.4 (SAS, 2005), segundo o modelo:

Para as variáveis (L3.g MS⁻¹, OPG, VG, PPT, grau FAMACHA® e ECC):

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \gamma_{jk} + \delta_l + (\alpha\delta)_{jl} + (\beta\delta)_{kl} + (\alpha\beta\delta)_{jkl} + \varepsilon_{ijkl},$$

Onde, Y_{ijkl} = valor da i-ésima unidade experimental, que recebeu a combinação de tratamentos referente a j-ésima dieta e k-ésima adubação avaliada na l-ésima medida repetida; μ = efeito da média geral; α_i = efeito da dieta; β_j = efeito da adubação; $(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito de interação entre dieta e adubação; γ_{jk} = efeito aleatório do erro associado as unidades

experimentais; δ_l = efeito da medida repetida; $(\alpha\delta)_{jl}$ = efeito de interação entre dieta e medida repetida; $(\beta\delta)_{kl}$ = efeito de interação entre adubação e medida repetida; $(\alpha\beta\delta)_{jkl}$ = efeito de interação entre dieta, adubação e medida repetida; ε_{ijkl} = efeito do erro aleatório associado a cada observação, assumindo uma distribuição normal.

Para a análise da variável contagem de parasitas gastrintestinais:

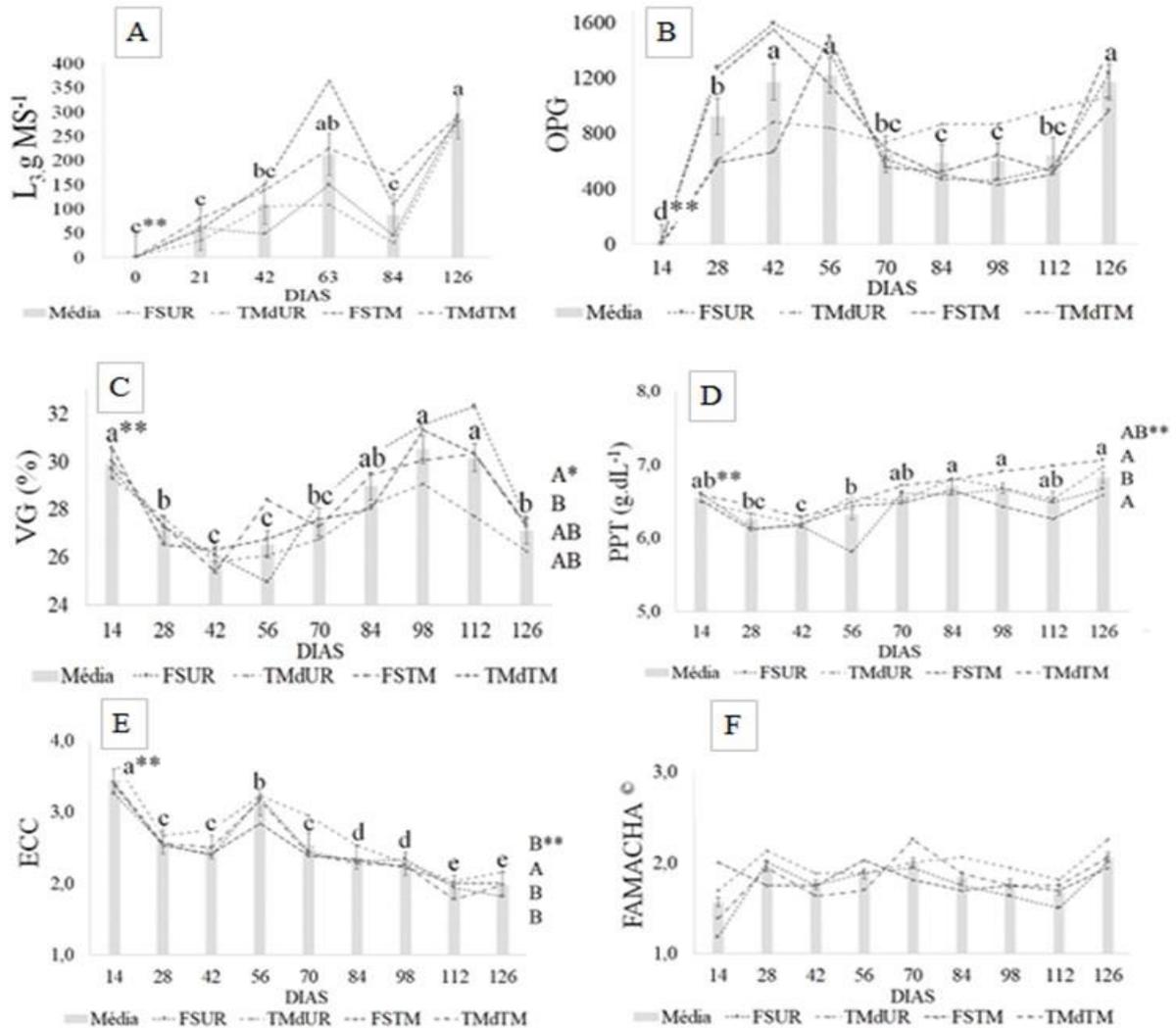
$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijkl},$$

Onde, Y_{ijk} = valor da i-ésima unidade experimental, que recebeu a combinação de tratamentos referente a j-ésima dieta e k-ésima adubação avaliada na l-ésima medida repetida; μ = efeito da média geral; α_i = efeito da dieta; β_j = efeito da adubação; $(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito de interação entre dieta e adubação; ε_{ijk} = efeito do erro aleatório, assumindo uma distribuição normal.

5.3 Resultados

Não houve interação ($P > 0,05$) (tratamentos x tempos de coleta) para nenhuma variável avaliada. Os manejos adotados (FSUR, TMdUR, FSTM e TMdTM), com ou sem a utilização da torta de mamona como suplemento (TMd) ou fertilizante orgânico (TM *in natura*) não afetaram ($P > 0,05$) as variáveis número de larvas infectantes da pastagem (L3.g MS⁻¹), ovos por grama de fezes (OPG), FAMACHA[®] (FIGURA 11). Observaram-se efeitos ($P < 0,05$; $P < 0,01$ e $P < 0,01$) dos manejos adotados para volume globular (VG), proteína plasmática total (PPT) e escore da condição corporal (ECC), que reduziram ao longo das avaliações.

Figura 11 – Médias por tratamento e períodos das variáveis contagem de larvas infectantes (L_3 .g MS^{-1} de forragem), ovos por grama de fezes (OPG), volume globular (VG); proteína plasmática total (PPT), escore da condição corporal (ECC) e grau de anemia pelo método FAMACHA[®] de ovinos terminados a pasto sob lotação contínua, utilizando torta de mamona como suplemento ou adubo nematicida no controle de parasitas gastrintestinais.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tratamentos: FSUR- animais suplementos com farelo de soja, e o pasto adubado com ureia; TMdUR- animais suplementados com torta de mamona destoxificada e o pasto adubado com ureia; FSTM- animais suplementados com farelo de soja e o pasto adubado com torta de mamona *in natura* e TMdTM- animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura*. Médias seguidas de letras maiúsculas nos tratamentos e minúsculas nos períodos diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**) e ausência de letras ($P > 0,05$).

Os maiores números de larvas infectantes L_3 , de 212 e de 287 L_3 .g MS^{-1} foram observados aos 63 e 126 dias de coletas (Figura 11A). O valor médio do OPG durante o período experimental foi de 841 ovos por gramas de fezes, sendo superior nas coletas dos dias 42; 56 e 126, com valores de 1.172; 1.173 e 1.071 ovos por gramas de fezes, respectivamente (Figura 11B). Os animais apresentaram VG variando de 25,90 a 30,50% durante os períodos

analisados, sendo verificado para o manejo TMdUR um valor de 27,45% enquanto para os demais a média foi de 28,44% (Figura 11C).

Os ovinos suplementados com torta de mamona destoxificada e a pastagem adubada com TM *in natura* (TMdTM) apresentaram níveis sanguíneos de PPT semelhantes aos manejos TMdUR e FSUR, sendo esse último similar ao FSTM (Figura 11D). O manejo TMdUR apresentou o maior valor de ECC de 2,70, enquanto os demais, valor médio de 2,50 (Figura 11E). Exceto para o grau FAMACHA[®], as demais variáveis analisadas apresentaram efeito significativo ($P < 0,01$) para o fator de período. Pela avaliação FAMACHA[®], os animais apresentaram grau de tonalidade da conjuntiva ocular inferior a dois durante o período experimental (Figura 11F). O peso corporal médio dos animais entre os tratamentos foi de 28,08 kg, sem efeito ($P > 0,05$).

A contagem de ovos por gramas de fezes que antecedeu o abate (OPG_{126d}) dos ovinos não apresentou diferença ($P > 0,05$), com média igual a 900 ovos.g de fezes⁻¹. Após a necropsia dos animais, observou-se diferença ($P < 0,05$) na contagem de parasitas gastrintestinais adultos apenas no abomaso, sendo maior o número helmintos nos ovinos alimentados com ração contendo farelo de soja e pasto adubado com ureia (Tabela 15).

Tabela 15 – Ovos por gramas de fezes na média de todo o período experimental de coleta e aos 126 dias, e número de parasitas por compartimento do sistema digestório de ovinos terminados a pasto sob lotação contínua, utilizando torta de mamona como suplemento ou adubo nematicida no controle de parasitas gastrintestinais.

Variável	Sistemas de produção avaliados				Média	°CV (%)
	^a FSUR	^b TMdUR	^c FSTM	^d TMdTM		
OPG _{período}	954	698	924	765	841	10,79
OPG _{126d}	1038	667	1165	606	900	14,64
Abomaso	644a	228ab	413a	108b	337	20,68
Intestino Delgado	550	400	305	246	372	22,18
Intestino Grosso	3	17	7	38	16	57,51

^aFSUR - Animais suplementados com farelo de milho e soja, em pasto adubado com ureia;

^bTMdUR - Animais suplementados com farelo de milho e torta de mamona destoxificada, em pasto adubado com ureia;

^cFSTM - Animais suplementados com farelo de milho e soja, em pasto adubado com torta de mamona bruta;

^dTMdTM - Animais suplementados com farelo de milho e torta de mamona destoxificada, em pasto adubado com torta de mamona bruta;

°CV(%) – Coeficiente de variação.

Quanto à prevalência de espécies de helmintos identificados nos compartimentos do sistema digestório dos animais, independentemente dos tratamentos adotados, 100% dos parasitas do abomaso eram da espécie *Haemonchus contortus*, no intestino delgado 100% eram *Trichostrongylus colubriformis* e no intestino grosso 100% eram *Oesophagostomum columbianum*.

5.4 Discussão

Ao longo do período experimental houve aumento linear no número de larvas infectantes L3 no pasto, evento relacionado à alocação e tempo de permanência dos animais na pastagem, associado à umidade (irrigação) diária e cobertura vegetal, que favoreceu a redução da incidência da radiação solar no interior do dossel, assegurando a sobrevivência e persistência de larvas de helmintos de estágio L3 (Figura 11A). Tal resultado não era esperado, pois de acordo com Maranguape *et al.* (2020), ao trabalharem com aplicação da torta de mamona *in natura* em pasto de capim-tanzânia durante o período chuvoso visando o controle de parasitas gastrintestinais relataram que, quando a torta foi aplicada em dose de 500 kg.ha⁻¹ a cada dois meses (equivalência de 100 kg.ha⁻¹ de N), houve redução da infecção dos animais e contaminação da pastagem por larvas de *Haemonchus contortus* em 60,00 e 65,00%, respectivamente. No entanto, o parcelamento da adubação a cada 12 dias, em particular orgânica (TM *in natura*) pode ter contribuído com a redução do efeito nematicida da torta de mamona sobre os nematoides no pasto.

O fracionamento da adubação pode ter mitigado a concentração de moléculas ativas como os compostos orgânicos voláteis (COVs) gerados durante o processo de decomposição da matéria orgânica, a exemplo dos fenóis (PEDROSO *et al.*, 2019). Os COVs têm caráter nematicida para fitonematoides (FREIRE *et al.*, 2012) e podem ter também efeito nematicida para os estágios de vida livre de nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes. Portanto, tanto a fertilização orgânica com TM *in natura* quanto a química com ureia, aplicadas de forma parceladas, não foram capazes de reduzir com eficiência a contaminação dos pastos. Adiciona-se o fato de a irrigação da área ser diária, o que manteve o ambiente sempre propício à contaminação e ao deslocamento das larvas ao longo do dossel.

Valores semelhantes para número de larvas infectantes L3 no pasto foram observados aos 63 e 126 dias de coletas, os quais estão associados ao manejo da irrigação, mudanças climáticas propícias às chuvas e ao aumento da taxa de lotação (equivalência de 120 ovinos.ha⁻¹) no último ciclo de crescimento da gramínea, visando a manutenção do manejo do pasto para otimizar a capacidade de suporte, verificado na última coleta. Aos 63 dias de coleta, a lâmina d'água aplicada no pasto foi reajustada para mais de um mm.dia⁻¹, a fim de atender a demanda hídrica diária necessária ao crescimento da planta. O ajuste foi com base na evapotranspiração da cultura, 18 dias antes da coleta. Este fato contribuiu para o deslocamento das larvas L3 ao longo do perfil do dossel, visto que no estágio L3, as larvas apresentam comportamento migratório, podendo se movimentar vertical e horizontalmente na

pastagem, sendo esta movimentação mais frequente na presença de água (MORGAN & VAN DIJK, 2011), possibilitando a recuperação de um maior número de larvas L3 nessas condições.

A redução observada aos 84 dias de coleta para o variável número de larvas infectantes L3 no pasto pode estar associada ao rebaixamento da gramínea, iniciado sete dias antes desta coleta, a fim de garantir a altura média da pastagem em 22,00 cm. Os animais de equilíbrio foram distribuídos entre os tratamentos FSUR, TMdUR, FSUR e TMdTM, com taxas de lotação correspondentes a 85,63; 86,34; 84,60 e 85,31 ovinos.ha.ciclo⁻¹, respectivamente. O manejo proporcionou momentaneamente condições desfavoráveis para a sobrevivência das larvas L3 no pasto, devido à remoção de maior quantidade de forragem, em especial folhas, o que contribuiu para o aumento da luminosidade no interior do dossel, diminuição da umidade e desestabilização da condição térmica no microambiente, fazendo com que as larvas migrassem para o estrato mais inferior do pasto (SANTOS *et al.* 2012), resultando em menor recuperação de larvas infectantes nesta coleta (Figura 11A). Infere-se também, que o aumento da taxa de lotação elevou a ingestão diária de larvas L3 pelos animais, influenciando no resultado.

O aumento linear observado para o OPG até o dia 56 de coleta é justificado pela reinfecção dos animais em pastejo, a partir daí ocorre uma redução e, somente no início do período chuvoso, correspondente aos 126 dias de coleta, o número de ovos por grama de fezes volta a aumentar, chegando a um valor semelhante aos verificados aos 42 e 56 dias de coletas. O declínio da variável OPG verificado após 56 dias de coleta está associada a uma resposta imune do hospedeiro ao parasitismo (HENDAWY, 2018). Portanto, deduz-se que a infecção artificial com 3.000 larvas L3 (90,00% de *Haemonchus spp.*), realizada entre 42 e 56 dias de coletas e, conseqüentemente, o estabelecimento de larvas infectantes no trato gastrintestinal dos animais, levou a eliminação de parasitas adultos, ocasionando o fenômeno de autocura (HENDAWY, 2018) dos ovinos, podendo ter influenciado no maior número de larvas infectantes L₃ recuperadas no pasto na coleta do dia 63 (Figura 11B).

A resposta de autocura é mais pronunciada em animais geneticamente resistentes (ALLONBY *et al.*, 1976). A raça Santa Inês é identificada como uma raça ovina menos suscetível ao parasitismo gastrintestinal, com grande capacidade de iniciar uma resposta imune, quando em infecção parasitária (ALBUQUERQUE *et al.*, 2019; AMARANTE *et al.*, 2004) devido ao elevado número de eosinófilos no sangue, alta produção de IgG, volume celular normal e baixa carga de vermes, exigindo menos tratamentos anti-helmínticos em comparação com outras raças (ALBUQUERQUE *et al.*, 2019). Este fato, associado ao estado

nutricional dos animais, pode ter influenciado nos valores de OPG, bem como no número de parasitas gastrintestinais adultos observados no presente estudo, sendo considerada uma infecção leve (<1000), de acordo com Ueno & Gonçalves (1998). Adiciona-se o fato que a Embrapa Caprinos e Ovinos promove seleção criteriosa em seu rebanho, adotando o descarte baseado no grau FAMACHA[®], permitindo a seleção de animais com maior resistência e resiliência aos helmintos, o que associado à raça e ao manejo nutricional adotado, corroborou com o resultado observado.

A relação de proteína (PB) e energia (NDT) de 14,00:67,90 propostas por Miranda (2018) e utilizada no presente estudo proporcionou aos animais suporte nutricional adequado, permitindo um melhor equilíbrio na relação hospedeiro-parasita em todos os tratamentos avaliados (suplementados com ou sem torta de mamona destoxificada). Segundo a autora, a relação entre PB e NDT na dieta permite que animais infectados ou não com *Haemonchus spp.* mantenham a mesma produção de síntese microbiana e, portanto, da disponibilidade de proteína metabolizável para o animal, indicando resiliência dos animais ao parasitismo gastrintestinal. Essa disponibilidade de proteína metabolizável pode desviar a síntese proteica dos músculos e ossos para reparar e reagir às lesões estomacais provocadas pelo *Haemonchus contortus* (AMARANTE, 2009).

Inicialmente, houve redução do volume globular e das proteínas plasmáticas totais entre 14 e 56 dias de coleta, explicada pela reinfeção parasitária dos animais jovens em pastejo, confirmada pela elevação do OPG no período. Segundo Hendawy (2018), os animais jovens são mais suscetíveis às infecções parasitárias, porém com o avançar da idade aumenta a resposta imunológica à infecção parasitária. Em todos os tratamentos e períodos avaliados, os níveis de VG foram superiores a 23,00%, indicando que os ovinos estavam clinicamente saudáveis, sem anemia (MOLENTO *et al.*, 2013), o que é compatível com a avaliação do grau FAMACHA[®], onde a cor da mucosa ocular dos animais oscilou do vermelho robusto ao vermelho rosa, valor abaixo do grau dois e níveis PPT dentro do intervalo considerado normal para a espécie ovina entre 6,00 e 7,50 g.dL⁻¹ (KANeko *et al.*, 1997).

A redução mais evidente do escore de condição corporal nos dois últimos ciclos de produção (final de janeiro e início de fevereiro) foi motivada pela mudança no comportamento ingestivo dos animais, que reduziram o tempo de pastejo com o início do período chuvoso e, conseqüentemente, o consumo de matéria seca. O menor consumo de matéria seca ocasionou déficit nutricional, levando os animais a mobilizarem reservas corporais para sua manutenção fisiológica, influenciando na redução da taxa de ganho de peso durante o período. Porém, na média, foi possível encontrar valores entre 2,50 e 2,70 sendo

maiores nos ovinos suplementados com dietas contendo torta de mamona destoxificada e pasto adubado com ureia. Os valores do ECC encontrados neste estudo são considerados medianos conforme Russel *et al.* (1969), sendo este valor entendido como ideal para determinar o abate ou acasalamento de ovinos nesta categoria (HASHIMOTO *et al.*, 2012; CASTRO *et al.*, 2013).

A menor quantidade de parasitas no abomaso dos ovinos alimentados com torta de mamona destoxificada e pastos adubados com torta de mamona *in natura* (TMdTM) está relacionada ao efeito adicional e associativo do insumo sobre o controle dos parasitas gastrintestinais em ovinos, aumentando sua eficácia no controle. Vale salientar que outros fatores como suporte nutricional adequado e raça mais resiliente aos helmintos tenham contribuído de forma decisiva para os resultados encontrados nos demais tratamentos. Nestes, os ovinos apresentaram quadros de infecção leves, não havendo, portanto, necessidade de aplicação de vermífugos durante todo o período experimental. Dessa forma, existe evidências do caráter nematicida da torta de mamona sobre o controle dos parasitas gastrintestinais em ovinos, ratificado pela redução no somatório total de vermes adultos no trato gastrintestinal dos animais, sendo mais expressivo nos ovinos suplementados com TMd e os pastos adubados com TM *in natura*.

5.5 Conclusão

A adubação fracionada da torta de mamona *in natura* não reduz a contaminação do pasto por larvas de nematoides.

Rações promotoras de resiliência à hemonose com ou sem torta de mamona destoxificada são eficientes no controle de parasitas gastrintestinais de ovinos da raça Santa Inês.

O uso da torta de mamona como alimento e como fertilizante orgânico reduz os parasitas presentes no abomaso de ovinos.

6 CAPÍTULO IV: AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DA TERMINAÇÃO DE OVINOS SOB PASTEJO UTILIZANDO TORTA DE MAMONA

RESUMO

Objetivou-se avaliar a economicidade de sistemas de produção pecuários com a terminação de ovinos em pastagem irrigada de capim-tamani sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como insumo alternativo. Foram simulados quatro sistemas de produção, sendo: ovinos suplementados com farelo de soja e o pasto adubado com ureia (FSUR), ovinos suplementados com torta de mamona destoxificada e o pasto adubado com ureia (TMdUR), ovinos suplementados com farelo de soja e o pasto adubado com torta de mamona *in natura* (FSTM) e ovinos suplementados com torta de mamona destoxificada e o pasto adubado com torta de mamona *in natura* (TMdTM). Foi considerada a unidade mínima de 3 hectares e determinado um peso médio ao abate de 28 kg de peso corporal. Estimou-se os custos totais de implantação e de manutenção para cada sistema com base nos preços de mercado local (Sobral/CE). Estabeleceu-se um preço de venda mínimo, no qual o sistema de criação menos lucrativo se tornasse rentável de 2,38 e 4,45 dólares por quilograma de peso corporal (PC) e por equivalente de peso da carcaça (PCa). Avaliou-se a relação benefício/custo e o valor presente líquido, adotando uma taxa mínima de atratividade de 3,5% ao ano, com base na taxa Selic. A implantação da pastagem representa 64,06% do investimento inicial. Na média, os maiores custos operacionais efetivos são observados para aquisição de animais e alimentação, representando 50,03% e 32,48%, respectivamente. Em média, os custos com adubação orgânica dos sistemas de produção FSTM e TMdTM, são 46,01% superior aos sistemas que utilizaram a adubação química. O sistema de produção FSUR apresenta maior valor presente líquido de 33.895,74 e 37.046,79 dólares para a comercialização de animais vivos e abatidos, respectivamente, apresentando preço de venda de US\$ 2.18 por kg de PC e US\$ 4.05 por kg de carcaça. A venda de animais vivos não é atrativa em nenhum dos sistemas avaliados, sendo o contrário observado para a comercialização de carcaças e dos não componentes da carcaça de ovinos. Levando em consideração as simulações adotadas, o sistema de produção FSUR se mostrou mais lucrativo, com ganho de US\$ 0.53 centavos por kg de carcaça.

Palavras chaves: rentabilidade; *Ricinus communis*; Santa Inês; suplementação concentrada; taxa interna de retorno.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the economicity of livestock production systems, in which sheep are finished on irrigated Tamani grass pasture under continuous stocking, using castor bean cake as an alternative input. Four production systems were simulated, as follows: sheep supplemented with soybean meal on pasture fertilized with urea (SMUR), sheep supplemented with detoxified castor bean cake on pasture fertilized with urea (CCdUR), sheep supplemented with soybean meal on pasture fertilized with fresh castor bean cake (SMCC) and sheep supplemented with detoxified castor bean cake on pasture fertilized with fresh castor bean cake (CCdCC). A minimum unit of 3 hectares and an average slaughter weight of 28 kg body weight were considered. The total implementation and maintenance costs for each system were estimated based on local market prices (Sobral, state of Ceará). A minimum selling price was established, in which the least profitable rearing system would become profitable at US\$ 2.38 and US\$ 4.45/kg per kilogram body weight (BW) and per carcass weight equivalent (PCa). The benefit/cost ratio and the net present value were evaluated, adopting a minimum rate of attractiveness of 3.5% per year, based on the Selic rate. Pasture implementation accounted for 64.06% initial investment. On average, the highest effective operating costs were found for the acquisition of animals and food, representing 50.03 and 32.48%, respectively. On average, the costs of organic fertilization of the SMCC and CCdCC production systems were 46.01% higher than systems using chemical fertilization. The SMUR production system had a higher net present value of US\$ 33,895.74 and US\$ 37,046.79 for the sale of live and slaughtered animals, respectively, with a sales price of US\$ 2.18 per kg BW and US\$ 4.05 per kg carcass. The sale of live animals was not attractive in any of the systems evaluated, the opposite was observed for the commercialization of carcasses and non-carcass components of sheep. Taking into account the adopted simulations, the FSUR production system proved to be more profitable, with a gain of US\$ 0.53 per kg carcass.

Keywords: concentrated supplementation; internal rate of return; profitability; *Ricinus communis* L; Santa Inês.

6.1 Introdução

A ovinocultura é uma atividade importante no contexto agrícola mundial, pois os ovinos são animais cosmopolitas e se adaptam às diferentes condições edafoclimáticas (RAINIERI *et al.*, 2015), além de apresentarem bom desempenho produtivo a pasto (AFONSO *et al.*, 2018) e em confinamento (OLIVEIRA *et al.*, 2014), sendo fonte de renda com potencialidade de mercado nas propriedades rurais. No Brasil, a criação de ruminantes tem enorme potencial, principalmente devido à sua extensão territorial e clima tropical, que permite a produção de animais a baixo custo.

As pastagens constituem a principal e mais barata fonte de alimento para produção de ruminantes no mundo, e no Brasil, a criação é predominantemente extensiva. A criação de ovinos a pasto é limitada pelo parasitismo gastrointestinal, que causa redução da produção animal, perda de peso, baixa fertilidade e altas taxas de mortalidade (MOLENTO *et al.*, 2013). A espécie *Haemonchus contortus* é o principal parasita encontrado em rebanhos de pequenos ruminantes. Possui hábito hematófago e causa grandes prejuízos devido à alta taxa de contaminação e de mortalidade animal (VIEIRA *et al.*, 2014a).

O uso de insumos como suplementos alimentares, adubos e anti-helmínticos permitem maximizar a produção animal por área, porém onerando os sistemas produtivos e, em alguns casos, comprometendo a viabilidade econômica da atividade. Nesse cenário, a utilização de coprodutos da agroindústria pode contribuir para a redução de custos na produção animal, seja na forma de suplemento, como fertilizante orgânico ou controle de parasitas gastrointestinais (ARAÚJO *et al.*, 2020; POMPEU, *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2012; SALLES *et al.*, 2019; MARANGUAPE *et al.*, 2020).

Entre os subprodutos estão aqueles gerados pela cadeia da indústria ricinoquímica, como a torta de mamona, obtida a partir do processo de extração do óleo. Possui valores interessantes de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais, podendo ser utilizado como insumo para mitigar os custos de produção animal (ARAÚJO *et al.*, 2020). Embora por um bom tempo seu uso tenha sido limitado pela presença de fatores antinutricionais tóxicos, hoje já estão disponíveis métodos de destoxificação seguros e economicamente viáveis, como o método químico alcalino proposto por Andrade *et al.* (2019), que são seguros e economicamente viáveis, com bons resultados na produção animal (SANTOS NETO *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2020).

O uso da torta de mamona como fertilizante orgânico apresenta características nematicidas, auxiliando no controle da fase de vida livre de parasitas gastrointestinais em

ovinos (MARANGUAPE *et al.*, 2020) e fitonematoides no solo (PEDROSO *et al.*, 2019). É uma excelente fonte de nutrientes como: nitrogênio, fósforo, cálcio e micronutrientes para plantas (SILVA *et al.*, 2012). Portanto, a viabilidade econômica e sua aplicação nos sistemas produtivos são de fundamental importância para a indicação de seu uso visando a redução dos custos de produção, seja como insumo para a alimentação, seja para adubação ou para o controle de parasitas gastrintestinais de ovinos criados a pasto.

Diante desse contexto, o trabalho foi desenvolvido com o propósito de analisar a viabilidade bioeconômica do uso da torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja na ração concentrada, bem como o uso da torta de mamona *in natura* como adubo orgânico em substituição à ureia na terminação de ovinos mantidos em pastagem irrigada de capim-tamani sob lotação contínua.

6.2 Material e Métodos

6.2.1 Descrição da área experimental

Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, protocolo nº 001/2017. O estudo foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos no município de Sobral – CE, Brasil, localizada a 3°44'50" de latitude sul, 40°21'28" de longitude oeste, no período de outubro de 2019 a janeiro de 2020. O clima da região é o BSh, semiárido quente (KÖPPEN, 1936). Os dados climáticos foram coletados em estação meteorológica instalada na área experimental, durante o período de avaliação. Médias de 29,57°C, 66,54%, 1881,03 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ e 7,75 $\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$, foram observadas para temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e precipitação pluviométrica, respectivamente.

6.2.2 Estabelecimento da pastagem e destoxificação da torta de mamona

Foi realizada colheita de solo na camada de 0-20,00 cm de profundidade para as avaliações dos atributos físicos e químicos. O solo da área experimental classificou-se como Luvissolo Crômico Órtico (SANTOS *et al.*, 2013) e apresentou as seguintes características pH=6,80; Matéria orgânica=17,27 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$; P=23,00 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; K=0,20 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$; Ca=11,50 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$; Mg=3,40 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$; H+Al= 1,98 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$; Al=0,00 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$; Soma de bases (SB)=15,10 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$ Capacidade de troca catiônica (CTC)=17,08 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$; V=89,00%. O solo apresentava para S; Na; Cu; Fe; Zn; Mn; B os valores de 153,00; 23,00; 40,00; 80,00; 13,00; 159,00 e 1,30 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$, respectivamente. Já, para Argila; Silte; Areia Grossa e Areia Fina, os valores obtidos foram, respectivamente, de: 161,00; 219,00; 327,00; 293,00 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Com base na análise de solo, realizou-se a adubação de fundação com o formulado 06:28:16 para atender a recomendação de 40:70:40 kg de NPK, além de 40,00 kg.ha⁻¹ de micronutriente FTE BR-12 (CANTARUTTI *et al.*, 1999). Inicialmente, como fonte nitrogenada utilizou-se o sulfato de amônio. Previamente, a área passou por tratamentos culturais mecanizáveis: destoca, aração e gradagem. O pasto de capim-tamani foi implantado em 12 de julho de 2019, com o auxílio de uma plantadeira hidráulica de quatro linhas. Utilizou-se uma quantidade de sementes equivalente a 20,00 kg.ha⁻¹, semeadas a uma distância de 40,00 cm entre linhas e 2,00 cm de profundidade.

A área era dotada de um sistema de irrigação do tipo aspersão fixa de baixa pressão, com pressão de serviço < 2,50 kgf cm², onde a irrigação era realizada diariamente, no período noturno. A lâmina d'água aplicada correspondeu a uma evapotranspiração da cultura de 6,90 mm.dia⁻¹, com eficiência de aplicação de 75,00%. A avaliação da uniformidade de distribuição de água pelo sistema foi realizada com auxílio de pluviômetros espaçados a uma distância de 3,00 x 3,00 m, a uma altura de 0,50 m do solo, em dois piquetes alternados diagonalmente.

A torta de mamona foi adquirida na Bioenergy Brazil Indústria e Comércio LTDA, localizada no município de Monsenhor Tabosa, Ceará a partir da extração mecânica (prensagem) do óleo da semente, utilizando temperaturas entre 90 e 100°C. O subproduto foi armazenado em embalagens de rafia de polipropileno com capacidade de 50,00 kg, e mantido sobre estrado de madeira, em galpão fechado, até a utilização no experimento.

A torta de mamona *in natura*, utilizada na forma de adubo orgânico apresentou valores para N; P; K; Ca; Mg, S de 55,02; 12,00; 15,70; 6,50; 8,70; 1,60 g.kg⁻¹ e relação C:N= 5,20, enquanto para Cu; Fe; Zn; Mn e B os valores foram de 26,00; 532,00; 168,00; 62,00 e 7,00 mg.kg⁻¹. A torta de mamona destinada à suplementação dos animais foi destoxificada com óxido de cálcio (CaO), na proporção de 90,00 g (CaO) por quilograma de torta e dissolvidos em 2,50 litros de água (ANDRADE *et al.*, 2019). A destoxificação foi confirmada após caracterização eletroforética (SDS-PAGE) das amostras de extrato da torta de mamona (TM), torta de mamona destoxificada (TMd) e da dieta contendo TMd (DTMd), além da análise da atividade hemaglutinante das lectinas tóxicas, conforme Andrade *et al.* (2019).

6.2.3 Manejo geral da pastagem, dos animais, tratamentos e dieta

Os dados zootécnicos utilizados nesta análise econômica são provenientes de uma pesquisa, onde foram utilizados 64 ovinos da raça Santa Inês, sendo 32 machos castrados e 32 fêmeas, com idade de 3,60 ± 0,60 meses e peso inicial de 19,42 ± 3,60 kg, distribuindo quatro

animais por tratamento e quatro repetições (piquetes). Foram utilizadas 30 ovelhas como animais de equilíbrio, com peso corporal (PC) de $35,00 \pm 3,53$ e aproximadamente, cinco anos de idade, também manejadas sob lotação contínua, recebendo suplementação concentrada, conforme os animais de prova.

Os tratamentos consistiram: ovinos suplementados com farelo de soja e pasto adubado com ureia (FSUR); ovinos suplementados com torta de mamona destoxificada e pasto adubado com ureia (TMdUR); ovinos suplementados com farelo de soja e pasto adubado com torta de mamona *in natura* (FSTM) e ovinos suplementados com torta de mamona destoxificada e pasto adubado com torta de mamona *in natura* (TMdTM).

Quanto aos adubos nitrogenados (mineral ou orgânico), as parcelas experimentais de pasto de capim-tamani foram fertilizadas de acordo com os tratamentos, utilizando a ureia (45,00% N) ou torta de mamona *in natura* (5,00% N) como fontes desse nutriente. Seguiu-se a recomendação de $450,00 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, conforme Vasconcelos *et al.* (2018) e manejo do pasto a uma altura média de 22,00 cm. Ambas as aplicações foram fracionadas igualmente, sendo aplicadas no início (12 dias) e na metade (12 dias) dos ciclos produtivos da cultura, de 24 dias cada. A pastagem foi manejada sob lotação contínua com taxa de lotação variável (MOTT & LUCAS, 1952). A área total correspondeu a 1,00 ha, dividida em 16 piquetes de $500,00 \text{ m}^2$ cada, sendo esses destinados aos pastejo dos animais experimentais, e dois piquetes para alocação dos animais de equilíbrio. Todos os piquetes foram delimitados com cerca de tela e providos de comedouros, bebedouros, saleiros e telas de sombreamento de $2,00 \times 3,00 \text{ m}$, com 50% de transmitância de luz.

Os animais machos foram castrados com castrador tipo “burdizzo” no início do experimento, conforme Resolução CFMV nº 877 de fevereiro de 2008 (CFMV, 2008). Antes de serem alocados nos piquetes, os animais foram tratados com antiparasitários à base de Closantel sódico 10,00% ($10,00 \text{ mg.kg}^{-1}$) e Cloridrato de levamisol 5,00% ($5,00 \text{ mg.kg}^{-1}$) e confirmada a ausência de infecção por parasitas gastrintestinais, por meio do OPG.

As rações de terminação, à base de farelo de milho, de farelo de soja e de torta de mamona destoxificada foram formuladas para ganhos de peso vivo médio diário de $200,00 \text{ gramas.dia}^{-1}$, na proporção de (14,00%) proteína bruta (PB) e (67,90%) de nutrientes digestíveis totais (NDT) (MIRANDA, 2018). A relação de PB:NDT da ração proporciona maior resiliência parasitária aos ovinos em pastejo, reduzindo os efeitos provocados pela hemonose. A composição química dos ingredientes e suas proporções estão demonstradas nas Tabelas 16 e 17. O suplemento foi fornecido na proporção de 1,80% do PC, considerando o consumo diário de matéria seca equivalente a 3,60% do PC (NRC, 2007). O sal mineral foi

fornecido à vontade na parte da manhã, e o suplemento concentrado diariamente, às 17h e 30min, melhor horário observado em função da menor atividade de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), presentes nos cochós. Os cordeiros foram pesados quinzenalmente, sempre no período matutino, desde o nascimento (junho/2019), com um auxílio de uma balança digital, modelo BL300pro Laboremus, até o atingir o peso corporal médio de abate de 28,00 kg (COSTA *et al.*, 2020; QUEIROZ *et al.*, 2015).

Tabela 16 – Composição química bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Itens (g.kg ⁻¹ de Matéria seca)	Ingredientes				
	CTu	CTt	FM	FS	TMd
Matéria seca	954,80	956,80	889,90	902,40	931,20
Matéria orgânica	877,50	874,30	932,10	985,10	846,40
Matéria mineral	122,50	125,70	18,50	14,90	153,60
Proteína bruta	101,30	101,40	101,50	489,40	301,30
Proteína insolúvel em detergente neutro	38,10	40,30	25,00	30,50	129,40
Proteína insolúvel em detergente ácido	10,00	7,30	20,60	33,10	81,30
Extrato etéreo	36,40	31,60	58,00	43,80	78,30
Carboidratos totais	739,80	741,30	822,00	451,90	466,80
Carboidratos não fibrosos	16,80	3,80	659,60	271,40	136,60
Carboidratos estruturais	720,30	737,50	163,00	180,50	330,20
Fibra em detergente neutro	758,10	764,70	191,90	192,90	355,20
FDN corrigido para cinzas e proteína	723,00	737,50	163,00	180,50	330,20
Fibra em detergente ácido	366,70	372,00	54,00	39,70	328,50
Lignina	13,30	15,70	6,10	1,30	36,00
Hemiceluloses	391,40	392,70	137,90	153,20	26,70
Nutrientes digestíveis totais	574,70	565,20	861,30	853,60	695,20

Fonte: Dados da pesquisa.

CTu- Capim-tamani adubado com ureia; CTt- Capim-tamani adubado com torta de mamona *in natura*; FM- Farelo de milho; FS- Farelo de soja; TMd- Torta de mamona destoxificada.

Tabela 17 – Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais (continua)

Item (% matéria seca)	Proporções dos ingredientes	
	Ração padrão	Ração alternativa
Capim-tamani	51,13	46,95
Farelo de milho	39,10	33,42
Farelo de soja	9,77	----
Torta de mamona destoxificada	----	16,45
Óleo de soja	----	3,18
Sal mineral ¹	À vontade	
Total	100	100
Itens (g.kg ⁻¹ de Matéria seca)	Composição química da dieta	
Matéria seca	924,80	931,00
Matéria orgânica	908,50	862,00
Matéria mineral	72,10	89,70
Proteína bruta	139,30	131,10
Proteína insolúvel em detergente neutro	32,80	48,00

Tabela 17 – Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais (conclusão)

Proteína insolúvel em detergente ácido	16,40	20,40
Extrato etéreo	44,30	79,70
Carboidratos totais	744,20	699,20
Carboidratos não estruturais	289,50	247,50
Carboidratos estruturais	454,70	451,60
Fibra em detergente neutro	483,20	480,00
FDN corrigido para cinzas e proteína	454,70	451,60
Fibra em detergente ácido	213,80	245,50
Lignina	9,90	14,80
Hemiceluloses	269,30	234,50
Nutrientes digestíveis totais (NRC, 2001)	711,60	735,60

Fonte: Dados da pesquisa.

Ração padrão: à base de Farelo de milho e soja e Ração alternativa: à base de farelo milho e torta de mamona destoxificada. ¹Composição: fósforo – 65,00 g; cálcio – 177,50 g; enxofre - 20,00 g; magnésio – 8,00 g; sódio - 162,00 g; cobalto – 0,04 g; zinco – 1,90 g; manganês – 1,35 g; iodo – 0,071 g; selênio – 0,02 g; flúor – 0,76 g; cobre – 0,20 g e veículo - 1.000 g.

6.2.4 Obtenção dos dados para avaliação bioeconômica

A análise econômica foi realizada com base na simulação da comercialização de borregos da raça Santa Inês com 3,50 meses de idade e peso inicial de 19,42 kg terminados em pastagem irrigada de capim-tamani, submetidos a quatro tratamentos (FSUR; TMdUR; FSTM e TMdTM) durante os meses de agosto a dezembro, período referente à estação seca do ano. Foi considerada a unidade mínima de três hectares, área máxima que um colaborador fixo remunerado conseguiria administrar, de acordo com os dados observados experimentalmente. Foi determinado um peso corporal ao abate de 28,00 kg de PC para os animais, valor de peso para animais da raça Santa Inês em que há cessação do aumento da quantidade de músculo na carcaça (QUEIROZ *et al.*, 2015). Os dados zootécnicos utilizados na análise econômica do estudo são apresentados na (Tabela 18). A mesma ingestão de sal foi considerada para todos os tratamentos, com média de 30,00 gramas.ovino.dia⁻¹.

Tabela 18 – Índices zootécnicos de ovinos em pastagem de capim-tamani irrigada, manejados sob lotação contínua, utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia

Variável	Sistemas de produção avaliados			
	FSUR	TMdUR	FSTM	TMdTM
Ganho médio diário (g.dia ⁻¹)	103,00	88,00	105,00	86,00
Taxa de lotação (ovino.ha ⁻¹)	82,11	90,88	87,40	81,47
Tempo de terminação (dias)	83,00	97,00	81,00	99,00
Rendimento de carcaça (% do PC)	52,79	51,58	51,17	52,46
Consumo de matéria seca (% do PC)	3,84	3,43	3,74	3,33
Consumo de matéria seca (g.ovino ⁻¹ .dia ⁻¹)	1034,04	969,34	1040,17	940,46

Fonte: Dados da pesquisa.

FSUR- animais suplementados com farelo de soja, e o pasto adubado com ureia; TMdU - animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com ureia; FSTM- animais suplementados com farelo de soja, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura* e TMdTM- animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura*.

Para efeito de comparação entre os tratamentos, o preço de venda dos animais foi determinado como sendo o valor mínimo para que o sistema de criação menos lucrativo apresentasse um valor presente líquido minimamente positivo, no horizonte de 10 anos de análise, depreciação de bens do Ativo Imobilizado (AI), tomando por base a Instrução Normativa da Receita Federal do Brasil, nº 1.700/2017. Para efeito de análise, utilizou-se o preço do dólar (R\$ 5,23) observado no dia 09 de agosto de 2021.

A composição de custos utilizada foi a mesma observada no Sistema Integrado de Custos Agropecuários – CUSTAGRI (MARTIN *et al.*, 1998), desenvolvido pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), em parceria com o Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura (EMBRAPA-CNPTIA). O horizonte de análise foi de 10 anos, período correspondente à vida útil da maior parte dos investimentos (sistema de irrigação, maquinário, cercas, etc.).

Os investimentos referentes à implantação dos sistemas de produção foram: centro de manejo (110,00 m²), com piso de concreto, telhado de madeira com telhas do tipo colonial, e tela campestre (curral de espera de 100,00 m²), com dimensionado para permitir um m².animal⁻¹. Acoplado ao centro de manejo, um depósito (20,00 m²), utilizado para armazenamento das rações, medicamentos, dentre outros; trituradora, utilizada na fabricação do concentrado e uma balança móvel, empregada na pesagem dos animais. A área de pastagem totalizava (30.000,00 m²) e continha: bebedouros e cochos plásticos, obtidos de bombonas seccionadas longitudinalmente (25 cm.animal⁻¹), bem como saleiros e sombrites artificiais (dois m².animal⁻¹) e delimitada por cerca do tipo campestre (Tabela 19).

Tabela 19 – Custo de implantação de três hectares de pastagem de capim-tamani irrigada e manejada sob lotação contínua por ovinos (continua)

Investimentos	Centro de manejo (210,00 m ²)	Custos (US\$)
Balança móvel		1.108,99
Bebedouros		138,70
Comedouros		235,18
Depósito e centro de manejo		4.006,46
Trituradora/picadora		1.089,87
Subtotal		6.579,20
Implantação da pastagem (3,00 hectares)		
Cercas de tela campestre		3.523,90

Tabela 19 – Custo de implantação de três hectares de pastagem de capim-tamani irrigada e manejada sob lotação contínua por ovinos (conclusão)

Implantação de pastagem	1.881,45
Irrigação	7.434,55
Kit Bomba de irrigação e chave magnética	682,60
Subtotal	13.522,50
Outros (5% das despesas com investimentos)	
Subtotal	1.005,09
Total	21.106,79

Fonte: Dados da pesquisa.

Para quantificar os gastos com mão de obra, nos sistemas de produção que utilizaram ureia como adubo, foi considerado apenas um colaborador efetivo para realizar atividades de manejo, tais como: abastecimento de alimentos, limpeza de bebedouros, aplicação de medicamentos e fertilizantes. Já para os sistemas de produção que utilizaram torta de mamona *in natura* como adubo, foram utilizadas duas diárias extras por ciclo para garantir a funcionalidade do sistema, sendo pagas no início e no meio de cada ciclo produtivo do capim-tamani de 24 dias. A remuneração foi baseada no salário-mínimo de US\$ 210,33 em vigor em agosto de 2021, com todos os encargos sociais pagos. Os custos com alimentação foram compostos pela suplementação proteico-energética e premix mineral.

O custo com energia elétrica decorrente do consumo de energia da trituradora (0.08 centavos de US\$/kWh) e da irrigação (0.0081 centavos de US\$/kWh), referente à tarifa elétrica intermediária e barata, foi calculada para os consumidores do subgrupo A4, conforme Portaria a N° 2.568, de 2 de julho de 2019 da ANEEL. Foi considerado o preço de US\$ 1.46 por kg de PC para a compra de animais com peso médio de 19,42 kg de PC, valor do mercado local (Sobral/CE). Outros custos também foram estimados, tais como: operacionalização de máquinas (hora/trabalhada), medicamentos (vacinação, vermifugação e antibiótico, em uso preventivo), além do custo com materiais diversos (formicida, seringas, luvas e gazes).

Foram utilizados os seguintes indicadores econômico-financeiros: receita bruta (RB): produção total em quilograma do produto x preço de venda no mercado; Custo operacional efetivo (COE): despesas com operações (mão de obra, alimentação, manutenção de equipamentos, aquisição de animais e combustível); Custo operacional total (COT): COE + outros custos operacionais (depreciação de instalações e máquinas, assistência técnica, encargos sociais) e Custo total de produção (CTP): COT + outros custos fixos (remuneração do capital investido em instalações, máquinas e terras). Para o cálculo da depreciação, utilizou-se o método linear ou das cotas fixas, cujo valor é determinado pela seguinte fórmula:

(d): $(v_i - v_f)/n$, onde (v_i) : valor inicial do bem, (v_f) : valor final, que corresponde ao valor do bem de capital após sua vida útil e (n) : número de anos de duração do capital (vida útil).

A Margem bruta (MB): $RB - COE$; Margem líquida (ML): $RB - COT$, e Lucro (L): $RB - CTP$, conforme (OLIVEIRA *et al.*, 2001). Todos os indicadores econômicos foram também expressos em US\$ por kg de produto, seja de peso corporal (PC) ou carcaça. A relação benefício/custo (B/C) foi estimada pela relação entre a RB e o CTP, e representa quantas unidades de dólar seriam recebidas para cada unidade de real aplicado na atividade (ANDRADE *et al.*, 2018).

Para a remuneração do capital investido, optou-se pela utilização da taxa de juros do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Selic), fixada em 3,5% ao ano, em agosto de 2021, entendida como a taxa mínima de atratividade, ou seja, a melhor disponível no mercado para a aplicação, porém, com o menor risco associado (GUIDUCCI *et al.*, 2012). A taxa de remuneração do capital investido (TRCI) foi obtida pelo quociente da margem líquida pelos custos de investimento (OLIVEIRA *et al.*, 2007). O valor presente líquido (VPL) foi obtido a partir da fórmula proposta por Martins & Souza Neto (2011), enquanto a taxa interna de retorno, conforme Copeland; Weston & Shastri, (2005). Todos os custos utilizados nas simulações foram orçados mediante preços de mercado local Sobral, Ceará.

6.3 Resultados e Discussão

O investimento inicial foi o mesmo para todos os sistemas analisados (US\$ 21,106.79), onde o custo com a implantação da pastagem correspondeu à 64,06% dos custos de investimento, destacando-se o custo com irrigação, que foi de aproximadamente US\$ 7,434.55 (Tabela 19). A irrigação é uma importante tecnologia para os sistemas de produção em regiões semiáridas, pois assegura a produção de forragem anual, minimizando a sazonalidade de produção e permitindo um maior número de lotes de animais por ano e, conseqüentemente, maior renda anual.

Nos cenários avaliados, a aquisição de animais, alimentação e a adubação foram os itens que mais contribuíram para o aumento dos custos operacionais efetivos (COE), seu somatório representou valores na ordem de 89,7; 90,03; 90,04 e 89,19%, para os sistemas FSUR; TMdUR; FSTM e TMdTM, respectivamente, seguidos pela mão de obra, operacionalização de máquinas, materiais diversos, medicamentos e consumo de energia (Tabela 20).

Tabela 20 – Custo operacional efetivo de três hectares de pastagem de capim-tamani irrigada, para ovinos, manejados sob lotação contínua utilizando a torta de mamona como suplemento em substituição ao farelo de soja ou como adubo orgânico em substituição à ureia

Serviços e insumos	Sistemas de produção avaliados							
	FSUR		TMdUR		FSTM		TMdTM	
	US\$.ano ⁻¹	% ano	US\$.ano ⁻¹	% ano	US\$.ano ⁻¹	% ano	US\$.ano ⁻¹	% ano
Mão de obra	1,714.15	4.24	2,014.91	4.41	1,878.01	4.27	2,282.22	5.20
Alimentação	13,338.13	32.99	15,597.57	34.16	13,667.30	31.05	13,909.52	31.72
Man./equip.	1,518.95	3.76	1,522.18	3.33	1,520.94	3.46	1,518.70	3.46
Adubação	1,934.08	4.78	2,273.44	4.98	3,598.55	8.18	4,379.28	9.99
Mat./div.	548.91	1.36	606.93	1.33	584.62	1.33	544.45	1.24
Med.	268.11	0.66	296.44	0.65	285.54	0.65	265.93	0.61
Energia	115.51	0.29	134.98	0.30	114.99	0.26	132.06	0.30
Aq. anim.	20,994.90	51.93	23,213.87	50.84	22,360.42	50.81	20,824.21	47.48
COE/Total	40,432.74	100.00	45,660.33	100.00	44,010.37	100.00	43,856.37	100.00

Fonte: Dados da pesquisa.

FSUR- animais suplementados com farelo de soja, e o pasto adubado com ureia; TMdU - animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com ureia; FSTM- animais suplementados com farelo de soja, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura* e TMdTM- animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura*. Man./equip.- Manutenção de equipamentos; Aqu. Anim.- aquisição de animais; Med.- medicamentos; Mat./div.- Material diversos. COE/Total- custo operacional efetivo total.

Os custos com aquisição de animais foram os que mais oneraram a atividade, representando um gasto anual da ordem de 51,93; 50,84; 50,81 e 47,48% no COE para os sistemas FSUR; TMdUR; FSTM e TMdTM. O preço de compra dos animais foi de US\$ 1.46 por kg de PC (Tabela 21). Os custos anuais com a alimentação variaram entre 31,05 e 32,99%, sendo mais influenciados pela taxa de lotação, pois o preço por quilograma de concentrado foi similar entre as dietas, apresentando valores de US\$ 0.37 e 0.37 por kg, para o suplemento contendo farelo de soja (FS) e torta de mamona destoxificada (TMd).

A alimentação é um dos componentes que mais encarece o sistema de produção dos ruminantes, com impactos negativos nos custos totais de produção (CTP) (BARROS *et al.*, 2015). Os maiores gastos anuais com alimentação foram observados nos sistemas de produção TMdUR e TMdTM na ordem de US\$ 15,597.57 e 13,909.52 por ano e os menores, nos sistemas de produção FSUR e FSTM, de US\$ 13,338.13 e 13,667.30 por ano, respectivamente (Tabela 20). O fato é explicado pela taxa de lotação e tempo de permanência dos animais no sistema de produção, ou seja, quanto maior a duração da fase de terminação, maiores são os custos com os insumos alimentícios, reduzindo a eficiência do empreendimento.

Tabela 21 – Índices produtivos e econômicos de ovinos terminados em pastagem de capim-tamani irrigada, manejados sob lotação contínua utilizando a torta de mamona com suplemento ou fertilizante orgânico

Variáveis	Sistemas de produção avaliados							
	FSUR	TMdUR		FSTM	TMdTM			
		US\$ kg de PC	US\$ kg de PC		US\$ kg de PC	US\$ kg de PC		US\$ kg de PC
Animais por ano	246.00	1.46	272.00	1.46	262.00	1.46	244.00	1.46
Dias de lotes	247.92	-	291.42	-	243.97	-	296.90	-
Nº de lote por ano	3.00	-	3.00	-	3.00	-	3.00	-
Receita (US\$ ano)	49,111.57	-	54,302.53	-	52,305.82	-	48,712.29	-
COE (US\$ ano)	40,432.74	1.96	45,660.33	2.00	44,010.37	2.00	43,856.37	2.14
COT (US\$ ano)	43,558.43	2.11	49,000.64	2.14	47,119.44	2.14	47,218.78	2.30
CTP (US\$ ano)	44,297.16	2.14	49,740.29	2.18	47,858.73	2.17	47,957.45	2.34
MB (US\$ ano)	8,678.83	0.42	8,641.90	0.38	8,295.45	0.38	4,855.92	0.24
ML (US\$ ano)	5,553.14	0.27	5,301.59	0.23	5,186.38	0.24	1,493.51	0.07
Lucro (US\$ ano)	4,814.41	0.23	4,561.93	0.20	4,447.09	0.20	754.84	0.04
(B/C) (anos)	1.11	-	1.09	-	1.09	-	1.02	-
TRCI (%)	26.31	-	25.09	-	24.55	-	7.08	-
VPL (US\$)	33,895.74	-	31,788.43	-	30,836.19	-	134.52	-
TIR (%)	18.66	-	17.48	-	16.96	-	0.07	-
(B/C) (10 anos)	1.09	-	1.07	-	1.07	-	1.00	-
PMV (US\$ kg ⁻¹ de PC)	2.18	-	2.21	-	2.21	-	2.38	-

Fonte: Dados da pesquisa.

COE- Custo operacional efetivo; COT- custo operacional total; CTP- custo total de produção; MB- margem bruta; ML- Margem Líquida; (B/C)- relação Benefício/Custo; TRCI- taxa de remuneração do capital investido; VPL- valor presente líquido; TIR- taxa interna de retorno; PMV- preço mínimo de venda; FSUR - animais suplementos com farelo de soja, e o pasto adubado com ureia; TMdUR- animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com ureia; FSTM- animais suplementados com farelo de soja, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura* e TMdTM- animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura*. Para a TIR e relação (B/C), o horizonte de análise anual e de 10 ano.

Os menores desempenhos verificados nos sistemas TMdUR e TMdTM foram devido aos ganhos de pesos médios diários (GMD) dos ovinos, apresentando ganhos de 88,00 e 86,00 g.ovino⁻¹.dia⁻¹, pode ter contribuído para o resultado, pois baixo GMD leva a maior tempo de permanência do animal no sistema de produção. Foram estimados para os sistemas FSUR; TMdUR; FSTM e TMdTM um tempo mínimo de 83; 97; 81 e 99 dias para a terminação dos ovinos (Tabela 18). Os animais suplementados com ração contendo farelo de soja (FS) em sua composição apresentaram melhores respostas de GMD, com valores de 103,00 e 105,00 gramas.ovino⁻¹.dia⁻¹, reduzindo significativamente o tempo despendido na fase de terminação e, conseqüentemente, os custos com alimentação.

Para atender à recomendação energética da ração contendo TMd, foi adicionado óleo de soja em sua composição. A inclusão do óleo de soja foi o principal responsável pelo aumento no custo da ração contendo TMd, correspondendo a 23,01% dos custos desse concentrado. Os gastos com as fontes energéticas (milho e óleo de soja), que compõem os

suplementos contendo FS e TMd corresponderam a 71,31% e 79,67% do preço total das suplementações. Normalmente, as fontes proteicas que compõem a ração animal são os ingredientes que mais oneram as dietas, porém, as fontes energéticas, devido à proporção de inclusão nas formulações das rações, tornam-se um grande entrave nos custos de fabricação dos suplementos. Nesse cenário, é necessário buscar produtos alternativos que as substituam, tornando-as mais viáveis economicamente.

Os custos com adubação orgânica nos tratamentos FSTM e TMdTM apresentaram valores de US\$ 3,598.55 e 4,379.28 por ano, sendo em média 46,01% superior à média dos sistemas que foram fertilizados quimicamente com ureia (FSUR e TMdUR) (Tabela 20). O preço de compra dos insumos utilizados para adubação como torta de mamona *in natura* e ureia foi de US\$ 0.24 e 0.91 por kg. Para atender à demanda de adubação nitrogenada do capim-tamani, de 450,00 kg de nitrogênio.ha.ano⁻¹, foi necessário aplicar nove vezes mais TM *in natura*, já que continha aproximadamente 5,00% de nitrogênio, enquanto a UR era de 45,00%. Além disso, foram adicionadas duas diárias por ciclo produtivo da cultura de 24 dias para assegurar a distribuição da torta de mamona na área dos sistemas FSTM e TMdTM, contribuindo para o aumento dos custos com adubação orgânica.

No entanto, a importância da adubação orgânica para o solo para o suprimento das plantas de nutrientes deve ser enfatizada. A torta de mamona apresenta nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, cálcio e micronutrientes, além de uma baixa relação C:N, o que favorece a mineralização do insumo pelos microrganismos do solo e disponibilização de nutrientes às plantas, sendo amplamente empregada na produção de vegetais, com bons resultados e melhoria dos atributos químicos e físicos do solo (SANTOS *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012). Além disso, apresenta efeito nematicida para o controle de parasitas gastrintestinais de ovinos a pasto (SALLES, *et al.*, 20119; MARANGUAPE *et al.*, 2020), reduzindo custos com o uso de vermífugos.

O custo anual com mão de obra foi maior para o sistema TMdTM, (5,20%) (Tabela 20), o que é atribuído à maior permanência dos animais no sistema de produção, 99 dias, devido ao menor ganho de peso e ao maior custo com aplicação da adubação orgânica (US\$ 229.45 por ano). O inverso foi verificado para o sistema de produção FSUR, com valor de 4,24%, fato explicado pela menor fase de terminação e menores gastos com a fertilização.

Foi considerado um valor equivalente a 13,00% do custo do investimento inicial para garantir a manutenção das máquinas e equipamentos, semelhante entre os tratamentos mencionados. A diferença de valores de US\$ 1,518.95; 1,522.18; 1,520.94 e 1,518.70 por ano para a variável nos sistemas FSUR; TMdUR; FSTM e TMdTM (Tabela 20), deve-se ao

número de bebedouros e comedouros, que variou de acordo com a taxa de lotação animal (Tabela 18). As despesas com materiais diversos e medicamentos esteve mais associado ao número de animais que passam pelo sistema de produção, sendo maior nos sistemas TMdUR e FSTM, enquanto o consumo de energia, relacionado à duração da fase de terminação, apresentou maiores valores, de US\$ 134.98 e 132.06 por ano, observados nos sistemas TMdUR e TMdTM (Tabela 20).

De acordo com Vieira *et al.* (2018), o gasto com insumos para a saúde animal ficou em torno de 5,10% por ano, em um estudo avaliando medidas de controle de helmintos em ovinos em pastagem irrigada manejada sob lotação rotativa, valor superior aos verificados neste estudo, que apresentou média entre os tratamentos de 0,64% ao ano. No presente estudo, não houve necessidade de tratamento antiparasitário durante o período experimental, o que contribuiu para a redução dos custos com medicamentos, mostrando que ambas as rações contendo FS e TMd, como a TM *in natura* com fertilizante orgânico foram eficazes no controle de parasitas gastrintestinais em ovinos, colaborando com os achados de (MIRANDA, 2018; SALLES *et al.*, 2019; MARANGUAPE *et al.*, 2020).

O sistema TMdUR apresentou maior custo operacional efetivo (COE), o que impactou negativamente o custo operacional total (COT) com valores de US\$ 49,000.64 por ano (Tabela 21). O COT é composto pelo COE acrescido de outros custos operacionais como: (depreciação de máquinas, encargos financeiros, despesas com administração, assistência técnica, seguros, etc.) (MARTIN *et al.*, 1998), que foram mais expressivos nos sistemas TMdTM e TMdUR, com valores de US\$ 1,436.94 e 1,410.44 ano.

O menor e maior custo total de produção (CTP), com valores de US\$ 2.14 e 2.34 por kg de PC⁻¹, foram observados para os sistemas FSUR e TMdTM (Tabela 21). No geral, o COT e CTP foram mais afetados pela aquisição de animais, alimentação, adubação e mão de obra e influenciados pela taxa de lotação animal e duração da fase de terminação.

A receita bruta (RB) foi calculada considerando o preço de venda de US\$ 2.38 por kg de PC (Tabela 21), no qual o sistema de suplementação-adubação menos lucrativo torna-se rentável, multiplicado pelo total de quilograma de PC ovino produzido. A RB foi influenciada pela taxa de lotação, obtendo valores de US\$ 49,111.57; 54,302.53; 52,305.82 e 48,712.29 por ano, para os sistemas FSUR; TMDUR; FSTM e TMdTM, respectivamente.

Por diferença entre o RB e o COE, tem-se a margem bruta (MB), importante índice da situação econômica da atividade, pois se o MB for maior que zero, a atividade sobrevive no curto prazo (OLIVEIRA *et al.*, 2001). Considerando um possível cenário adverso, com alta nos preços dos insumos ou escassez de água ou algum outro fator, para os

sistemas FSUR; TMdUR; FSTM e TMdTM, o produtor poderia vender o quilograma de peso corporal dos animais por US\$ 1.95; 2.00; 2.00 e 2.14, respectivamente, o que cobriria as despesas do COE. Todavia, a médio prazo, o produtor poderia utilizar os resultados da margem líquida (ML) para analisar a situação econômica da atividade. Portanto, se a ML for positiva a atividade está economicamente estável, com possibilidades de expansão e de manutenção a longo prazo, assegurando os gastos com COT (OLIVEIRA *et al.*, 2001). O lucro de US\$ 4,814.41 ano, obtido no sistema FSUR, foi superior em 5,26; 7,63 e 84,32% quando comparado aos sistemas TMdUR; FSTM e TMdTM.

No horizonte de análise de 10 anos, a relação benefício/custo (B/C) mostrou que o valor presente dos benefícios no sistema TMdTM foi praticamente igual aos dos custos, ou seja, o investimento gerou apenas US\$ 1,02 de receita para cada dólar aplicado, enquanto no sistema FSUR, o valor foi de US\$ 1.11, ambos apresentaram ganhos de US\$ 0.02 e 0.11 centavos para cada dólar aplicado, respectivamente (Tabela 21). A relação B/C expressa a quantas unidades de dólar seria recebido para cada unidade de dólar aplicado na atividade (ANDRADE *et al.*, 2018). Neste sentido, quanto maior for a relação, mais atrativa é a atividade para o investidor. Comportamento similar foi verificado para a taxa de remuneração do capital investido (TRCI), com valores de 26,31% e 7,08%, referentes aos sistemas que apresentaram melhores (FSUR) e piores indicadores (TMdTM).

O valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR) foram maiores para o sistema FSUR, com valores estimados em US\$ 33,895.74 e 18,66% por ano, respectivamente. O VPL é a soma de todas as receitas líquidas atualizadas a uma taxa de desconto apropriada (GUIDUCCI *et al.*, 2012), enquanto a TIR representa o percentual do retorno econômico de um projeto em relação ao que foi investido e é considerada a taxa de juros que torna o VPL igual a zero, permitindo a comparação entre a rentabilidade de um projeto e outras atividades ou investimentos (KRUGER *et al.*, 2018). Com exceção do sistema TMdTM, os demais analisados ficaram acima da taxa de juros de oportunidade do capital (3,5%), visto que o preço mínimo de venda considerado foi daquele sistema de suplementação-adubação de menor rentabilidade ainda tornando-se lucrativo (menor VPL positivo) (Tabela 21). Os sistemas FSUR; TMdUR; FSTM e TMdTM apresentaram viabilidade econômica quando os quilogramas de peso corporal dos animais foram comercializados nos valores de US\$ 2.18; 2.21; 2.21; 2.38 por kg de PC, respectivamente (Tabela 21). Contudo, é importante ressaltar que os valores obtidos na simulação são superiores ao valor observado no mercado local (US\$ 1.46 por kg de PC⁻¹), mostrando que a venda de animais vivos para os sistemas adotados não é economicamente atrativa para o

produtor rural. Em qualquer sistema intensivo, seja em pastejo ou em confinamento, o preço de venda dos animais deve compensar os custos de produção, pois são terminados animais com menor idade, refletindo carcaças com qualidade superior. Portanto, o produtor precisa buscar nichos de mercado mais seletos, onde o pagamento deve ser realizado pela qualidade do produto. O uso de raças especializadas (Dorper ou Santa Inês) ou seus cruzamentos apresentam-se como alternativas para tornar esses sistemas mais viáveis.

Outra forma de reduzir o CTP e aumentar a receita da propriedade seria otimizar a área para produção de alimentos volumosos na estação chuvosa (março-julho) e conservá-los na forma de silagem, visando à sua utilização para alimentação de outras categorias de animais ou mesmo para comercialização, gerando renda extra para os sistemas produtivos. Entretanto, não é comum a comercialização dessa gramínea (capim-tamani) conservada (feno ou silagem), sendo necessária uma avaliação prévia do mercado. Outra alternativa pode ser o arrendamento da área de pastejo na época chuvosa para uso por outras espécies animais, como bovinos, mais adaptados e resilientes às verminoses (AMARANTE, 2014; MAVROT *et al.*, 2015).

Em relação aos sistemas para a comercialização de carcaças de ovinos, as despesas com abate foram da ordem de US\$ 5,282.77; 5,841.11; 5,626.36 e 5,239.82 para os sistemas FSUR; TMdUR; FSTM e TMdTM, respectivamente, representando 11,56; 11,33; 11,34 e 10,66% do COE anual (Tabela 22) e foram influenciados pelo número de animais abatidos. Considerando a inclusão dos custos de abate na simulação, por ordem de importância, os gastos mais relevantes no custo operacional efetivo foram aquisição de animais, alimentação e abate, representando 84,75% do COE. Nesse cenário, a implementação de políticas públicas, como: garantir a compra de carne pelo governo estadual para uso em instituições públicas (escolas, hospitais, presídios, outros), asseguraria uma remuneração mínima aos produtores, maximizando sua rentabilidade, pois reduziria a atuação dos atravessadores e, assim, fortaleceria e estimularia a atividade da ovinocultura regional.

Tabela 22 – Custos operacionais efetivos para comercialização de carcaças de ovinos terminados em pastagem de capim-tamani irrigada, manejados sob lotação contínua, utilizando torta de mamona com suplemento ou fertilizante orgânico (continua)

Serviços e insumos	Sistemas de produção avaliados							
	FSUR		TMdUR		FSTM		TMdTM	
	US\$.ano ⁻¹	% ano	US\$.ano ⁻¹	% ano	US\$.ano ⁻¹	% ano	US\$.ano ⁻¹	% ano
Mão de obra	1,714.15	3.75	2,014.91	3.90	1,878.01	3.78	2,282.22	4.64
Alimentação	13,338.13	29.18	15,597.57	30.42	13,667.30	27.53	13,909.52	28.46
Man./equip.	1,518.95	3.32	1,522.18	2.95	1,520.94	3.06	1,518.70	3.09
Adubação	1,934.08	4.23	2,273.44	4.41	3,598.55	7.25	4,379.28	8.90

Tabela 22 – Custos operacionais efetivos para comercialização de carcaças de ovinos terminados em pastagem de capim-tamani irrigada, manejados sob lotação contínua, utilizando torta de mamona com suplemento ou fertilizante orgânico (conclusão)

Mat./div.	548.91	1.20	606.93	1.18	584.62	1.18	544.45	1.11
Med.	268.11	0.59	296.44	0.57	285.54	0.58	265.93	0.54
Energia	115.51	0.25	134.98	0.26	114.99	0.23	132.06	0.27
Aqu.anim.	20,994.90	45.93	23,213.87	44.99	22,360.42	45.05	20,824.21	42.34
Custo/abate	5,282.77	11.56	5,841.11	11.32	5,626.36	11.34	5,239.82	10.65
COE/Total	45,715.51	100.00	51,601.53	100.00	49,636.73	100.00	49,184.98	100.00

Fonte: Dados da pesquisa.

FSUR- animais suplementados com farelo de soja, e o pasto adubado com ureia; TMdU - animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com ureia; FSTM- animais suplementados com farelo de soja, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura* e TMdTM- animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura*. Man./equip.- Manutenção de equipamentos; Aqu. anim.- aquisição de animais; Med.- medicamentos; Mat./div.- Material diversos. COE/Total- custo operacional efetivo total.

Para o cálculo receita bruta (RB) com a venda das carcaças, foi considerado o preço de venda no qual o sistema menos lucrativo se tornasse rentável, de US\$ 4.45 por kg de carcaça animal, multiplicado pelo total de kg de carcaça ovino produzida. A RB foi influenciada pela taxa de lotação e o rendimento de carcaça animal obtendo valores de US\$ 55,350.59; 59,969.52; 57,362.94 e 54,559.38 por ano, para os sistemas FSUR; TMDUR; FSTM e TMdTM, respectivamente (Tabela 23).

O valor sugerido na simulação do presente estudo é inferior ao preço pago pelo consumidor final de US\$ 4.58 por kg de carcaça, praticado no mercado local (Sobral/CE), o que viabiliza todos os sistemas analisados, considerando a venda direta (produtor-consumidor). Neste sentido, para assegurar a lucratividade do produtor e, conseqüentemente, da atividade, são necessárias medidas públicas de apoio ao vínculo (produtor-consumidor), como por exemplo, a consolidação de feiras livres, onde boa parte deste produto é comercializada.

Para os sistemas FSUR; TMdUR; FSTM e TMdTM, simulando o presente estudo, em um possível cenário adverso que comprometa a produção, considerando MB, o produtor no curto prazo poderia vender o quilograma de carcaça animal por US\$ 3.68; 3.83; 3.85 e 4.01 e assim garantir as despesas do COE, a médio prazo, levando em conta a ML, a venda por quilograma de carcaça animal seria de US\$ 3.93; 4.08; 4.09 e 4.29, o que garantiria o COT. Lucros de US\$ 5,770.65; 4,288.03; 3,877.84 e 1,313.33 por ano foram observados para os sistemas FSUR; TMdUR; FSTM e TMdTM. O maior lucro verificado para o sistema FSUR foi devido ao maior rendimento de carcaça (52,79%), e em parte, ao GMD (103,00 g.dia⁻¹) e taxa de lotação (82,11 ovino.ha⁻¹). O rendimento de carcaça expressa a relação percentual entre o peso da carcaça e o PC do animal, que pode variar entre 45,00 a 60,00% na

raça Santa Inês, sendo mais expressivo em animais mais jovens, devido ao menor tamanho do trato gastrintestinal (GOIS *et al.*, 2019; MORENO *et al.*, 2010; CARTAXO *et al.*, 2017).

Tabela 23 - Índices produtivos e econômicos da comercialização de carcaça de ovinos terminados em pastagem de capim-tamani irrigada, manejados sob lotação contínua, utilizando torta de mamona com suplemento ou fertilizante orgânico

Variáveis	Sistemas de produção avaliados							
	FSUR	TMdUR		FSTM		TMdTM		
		US\$. kg de PC ⁻¹		US\$. kg de PC ⁻¹		US\$. kg de PC ⁻¹		US\$. kg de PC ⁻¹
Animais por ano	246.00	-	272.00	-	262.00	-	244.00	-
Dias por lotes	247.92	-	291.42	-	243.97	-	296.90	-
Nº de lote por ano	3	-	3	-	3	-	3	-
Receita (US\$ ano)	55,350.59	-	59,969.52	-	57,362.94	-	54,559.38	-
COE (US\$ ano)	45,715.51	3.68	51,601.53	3.83	49,636.73	3.85	49,184.98	4.01
COT (US\$ ano)	48,841.19	3.93	54,941.84	4.08	52,745.80	4.09	52,547.38	4.29
CTP (US\$ ano)	49,579.93	3.99	55,681.49	4.13	53,485.10	4.15	53,286.05	4.35
MB (US\$ ano)	9,635.08	0.78	8,367.99	0.62	7,726.21	0.60	5,414.41	0.44
ML (US\$ ano)	6,509.39	0.52	5,027.68	0.37	4,617.14	0.36	2,052.00	0.17
Lucro (US\$ ano)	5,770.65	0.46	4,288.03	0.32	3,877.84	0.30	1,313.33	0.11
(B/C) (10 anos)	1.12	-	1.08	-	1.07	-	1.02	-
TRCI (%)	30.84	-	23.79	-	21.86	-	9.72	-
VPL (US\$)	37,046.79	-	24,201.31	-	20,998.06	-	16.63	-
TIR (%)	21.17	-	14.83	-	12.87	-	0.01	-
(B/C)	1.09	-	1.05	-	1.05	-	1.00	-
PMV (US\$ kg ⁻¹ de PC)	4.05	-	4.21	-	4.23	-	4.45	-

Fonte: Dados da pesquisa.

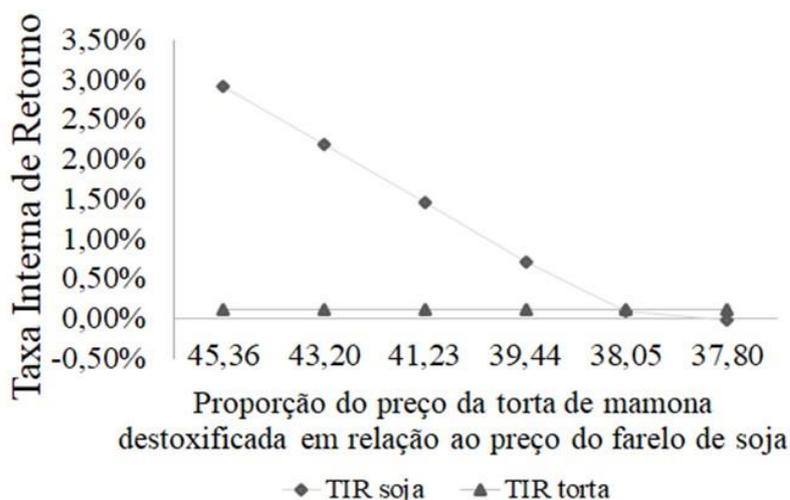
COE- Custo operacional efetivo; COT- custo operacional total; CTP- custo total de produção; MB- margem bruta; ML- Margem Líquida; (B/C)- relação Benefício/Custo; TRCI- taxa de remuneração do capital investido; VPL- valor presente líquido; TIR- taxa interna de retorno; PMV- preço mínimo de venda; FSUR - animais suplementos com farelo de soja, e o pasto adubado com ureia; TMdUR- animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com ureia; FSTM- animais suplementados com farelo de soja, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura* e TMdTM- animais suplementados com torta de mamona destoxificada, e o pasto adubado com torta de mamona *in natura*. Para a TIR e relação (B/C), o horizonte de análise anual e de 10 anos.

Analisando a relação B/C no horizonte de 10 anos, considerando a venda de carcaça, a relação mais lucrativa foi observada no tratamento FSUR, com valor de 1,09 e TRCI de 30,84%, enquanto o sistema TMdTM foi o menos lucrativo, com valores de 1,00 e 0,01%, respectivamente (Tabela 23). Da mesma forma, o VPL e a TRCI foram maiores para o sistema FSUR com valores de US\$ 37,046.79 e 21,17%, respectivamente e menores para o sistema TMdTM com valores de US\$ 16.63 e 0,01%. Pela simulação, em todos os sistemas

analisados, a venda de carcaça animal foi rentável, sendo mais lucrativa para o sistema onde os ovinos foram suplementados com dietas contendo FS e a pastagem fertilizada com UR.

Realizando uma análise de sensibilidade nos sistemas que utilizaram a ureia como adubo padrão, simulando variações no preço do farelo de soja, *coeteris paribus*, foi verificado que, quando o preço da torta de mamona corresponde a até 38,05% do preço do farelo de soja (momento em que a torta teria um acréscimo de 19,2%), torna-se viável a substituição do farelo pela torta de mamona (Figura 12). A ascensão da cadeia produtiva da ovinocultura tem que passar por profundas mudanças e melhorias, a fim de se tornar competitiva no mercado e economicamente rentável. Para melhorar a viabilidade econômica da atividade, são sugeridas medidas públicas para reduzir custos como abate, garantir preço mínimo de venda, sem oscilação, garantir aquisição de insumos mais acessíveis ao produtor, aumentar assistência técnica, além de estruturação da cadeia produtiva.

Figura 12 - Análise de sensibilidade do comparativo do preço da torta de mamona em relação ao preço do farelo de soja, *coeteris paribus*.



Fonte: Elaborada pelo autor.

6.4 Conclusão

Para os sistemas avaliados, a venda de animais vivos não é atrativa, o contrário é observado para a venda de carcaças e dos não componentes da carcaça de ovinos.

A substituição do farelo de soja por torta de mamona destoxificada e da ureia pela torta de mamona *in natura* é menos rentável, sendo necessária uma análise de preço e disponibilidade de insumos no mercado para definir uma melhor possibilidade de uso.

Mais estudos são necessários para validar o uso da torta de mamona como suplemento ou como adubo orgânico em sistemas de produção de ovinos sob pastejo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da torta de mamona como adubo apresenta baixa relação C:N, o que favorece a mineralização e disponibilidade dos nutrientes para a gramínea, assegurando produtividade de biomassa de forragem semelhante ao da adubação mineral, sem comprometer a estrutura da pastagem, o comportamento ingestivo, o consumo dos nutrientes e os parâmetros fisiológicos dos animais em pastejo.

A utilização da torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja reduz a digestibilidade da matéria seca, reduzindo o ganho de peso médio diário dos ovinos e, conseqüentemente, o rendimento de peso vivo. As funções hepáticas e renais não são alteradas com o uso da torta de mamona destoxificada na dieta de ovinos. O padrão de crescimento dos ovinos não é alterado, apresentando peso corporal ideal para abate aos 230 dias de idade, momento de melhor eficiência de crescimento, o que infere um período de terminação de até 122 dias para ovinos em pastejo.

O efeito fitonemático da torta de mamona já é bastante conhecido na literatura e seu uso no controle de parasitas gastrintestinais de ovinos já foi comprovado. Contudo, a forma de aplicação fracionada da torta visando aumentar a eficiência de uso dos nutrientes para o crescimento do pasto não é capaz de controlar, de forma eficiente a contaminação dos parasitas na forma L3 no pasto, sendo recomendado seu uso de forma estratégica, em dose única para maximizar seu efeito nemático em pastos contaminados.

O uso de dietas promotoras de resiliência à hemonose associadas à inclusão da torta de mamona destoxificada no concentrado, o uso de raças mais resilientes, como é o caso da raça Santa Inês, do manejo do pasto associado ao uso da torta de mamona como adubo reduz a quantidade de parasitas gastrintestinais no abomaso de ovinos.

A comercialização de carcaças e dos não componentes da carcaça de ovinos foi atrativa em relação à venda do animal vivo em todos os sistemas avaliados. A análise bioeconômica mostra que os custos de adubação nos sistemas que utilizam torta de mamona como fertilizante é 46,01% superior aos sistemas fertilizados com ureia, pois para atender a demanda de adubação nitrogenada do capim-tamani, é necessário aplicar nove vezes mais de equivalente N da TM *in natura*. Contudo, deve ser levado em conta o efeito nemático do insumo quando destoxificado e utilizado como alimento ou mesmo quando aplicado de forma *in natura* no solo, reduzindo os gastos com medicamentos e mortalidade dos animais, além de uma aplicação ambiental, pois o excessivo uso de anti-helmínticos favorece o aparecimento e

a disseminação da resistência parasitária que deixam resíduos nos produtos de origem animal, contaminando o ambiente.

Pelo exposto, o presente estudo apresenta subsídios para o uso da torta de mamona destoxificada como suplemento em substituição ao farelo de soja e ou como adubo orgânico em substituição à ureia, porém mais estudos são necessários para validar a melhor forma de utilização desse subproduto a fim de assegurar sua viabilidade econômica e seus benefícios como insumo alternativo nos sistemas de produção animal em pastejo.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Luis Eduardo Ferreira *et al.* O capim-marandu baixo no início do diferimento melhora a morfologia do pasto e aumenta o desempenho dos ovinos no inverno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, [s.n.], v. 70, p. 1249-1256, 2018.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Metodologia do cálculo da tarifa de uso dos sistemas de distribuição - revisão das tarifas públicas na Resolução Aneel nº 2.568**. Brasília, DF. 2019. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 24 de agosto de 2021.
- ALBRETSEN, Jay C.; GWALTNEY-BRANT, Sharon M.; KHAN, Safdar A. Evaluation of castor bean toxicosis in dogs: 98 cases. **Journal of the American Animal Hospital Association**, Lakewood, [s.n.], v. 36, n. 3, p. 229-233, 2000.
- ALBUQUERQUE, Ana Cláudia A. *et al.* Differences in immune responses to *Haemonchus contortus* infection in the susceptible Ile de France and the resistant Santa Ines sheep under different anthelmintic treatments regimens. **Veterinary Research**, Nova York, [s.n.], v. 50, n. 1, p. 1-12, 2019.
- ALEXANDRINO, Emerson *et al.* Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 33, p. 1372-1379, 2004.
- ALLONBY, E. W.; URQUHART, G. M. A possible relationship between haemonchosis and haemoglobin polymorphism in Merino sheep in Kenya. **Research in Veterinary Science**, Amsterdam, [s.n.], v. 20, n. 2, p. 212-214, 1976.
- ALVES, Evanilton Moura *et al.* Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, [s.n.], v. 13, n. 2, p. 157-164, 2012.
- ALVES, Susana P. *et al.* New insights on the metabolism of ricinoleic acid in ruminants. **Journal of Dairy Science**, Champaign, [s.n.], v. 100, n. 10, p. 8018-8032, 2017.
- AMARANTE, Alessandro Francisco Talamini *et al.* Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, [s.n.], v. 120, n. 1-2, p. 91-106, 2004.
- AMARANTE, Alessandro Francisco Talamini. Nematoides gastrintestinais em ovinos. In: CAVALCANTE, A. C. R.; VIEIRA, Luiz da Silva.; CHAGAS, Ana Carolina de Souza; MOLENTO, Marcelo Beltrão. (Ed.). **Doenças parasitárias de caprinos e ovinos epidemiologia e controle**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2009. p. 19-61.
- AMARANTE, Alessandro Francisco Talamini; RAGOZO, Alessandra; SILVA, Bruna Fernanda. **Os parasitas de Ovinos** [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2014, 263p.

ANDRADE, Igo Renan Albuquerque de *et al.* Inativação de lectinas da torta de mamona por compostos químicos alternativos. **Toxicon**, Amsterdam, [s.n.], v. 160, p. 47-54, 2019.

ANDRADE, Igo Renan Albuquerque *et al.* Metodologias para avaliação econômica de sistemas de produção agropecuários. **Archivos de zootecnia**, Córdoba, [s.n.], p. 610-620, 2018.

ARAÚJO, Ricardo Alves de *et al.* Destoxificação e perfil nutricional da torta de mamona destoxificada por diferentes soluções alcalinas. **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, [s.n.], v. 72, p. 1947-1958, 2020.

ARAÚJO, Ricardo Alves de *et al.* Detoxified castor in the diets of dairy goats: I. Effects on intake, digestibility, and renal and hepatic parameters. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 49, 2020.

ARAÚJO, Ricardo Alves *et al.* Economic-financial analysis of the use of the detoxified castor by alkaline solutions I: production of arrays of dairy goats. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, [s.n.], v. 41, n. 6, p. 2703-2720, 2020.

ASLANI, Mohammad Reza *et al.* Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. **Toxicon**. Minneapolis, [s.n.], v. 49, n. 3, p. 400-406, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC International, 1995, 1117 p.

ATHANASIADOU, Spiridoula; KYRIAZAKIS, Ilias. Plant secondary metabolites: antiparasitic effects and their role in ruminant production systems. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, [s.n.], v 63, n. 1, p. 631-639, 2004.

AZEVÊDO, José Augusto Gomes, *et al.* Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com subprodutos de frutas para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 40, n. 5, p. 1052-1060, 2011.

BAÊTA, Fernando da Costa; SOUZA, Fernanda Campos de. **Ambiência em edificações rurais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2012, 269 p.

BARROS, Mauriceia Costa Carvalho *et al.* Economic viability of crude glycerin in diets for lambs finished in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v. 36, n. 5, p. 443- 452, 2015.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**. Amsterdam, [s.n.], v. 70, n. 1-2, p. 15-29, 2001.

BAUMONT, René *et al.* How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, [s.n.], v. 64, n. 1, p. 15-28, 2000.

BARBOSA, Juliana dos Santos Rodrigues *et al.* Basal diets with different starch contents do not modify the metabolism of ricinoleic acid in dairy goats. **Animal Feed Science and Technology**, Champaign, [s.n.], v. 276, p. 114900, 2021.

BESIER, R. Brow; DUNSMORE, Jhon D. The ecology of *Haemonchus contortus* in a winter rainfall climate in Australia: the survival of infective larvae on pasture. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, [s.n.], v. 45, n. 3-4, p. 293-306, 1993.

BEZERRA, Wanda Maria de Alencar Xavier *et al.* Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, [s.n.], v. 24, n. 1, p. 130-136, 2011.

BRAGA, Gustavo José. **Assimilação de carbono, acúmulo de forragem e eficiência de pastejo em pastagem de capim-marandu [(*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. RICH.) STAPF.] em resposta a oferta de forragem**. 2004. 110 p. Tese (doutorado) – Escola de Agricultura Superior Luiz de Queiroz – ESALQ/USP. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BRASIL. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** (RIISPOA) – Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.

CANTARUTTI, Reinaldo Bertola *et al.* Pastagens. In: RIBEIRO, Antônio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tacito Gotinjo; ALVAREZ VENEGAS, Victor Hugor. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, [s.n.], p.332- 341.

CARNEVALLI, Roberta Aparecida *et al.* Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, São Paulo, [s.n.], v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001.

CARTAXO, Felipe Queiroga, *et al.* Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês e suas cruzas com Dorper terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, [s.n.], v. 18, n. 2, p. 388-401, 2017.

CASALI, André Oliveira *et al.* Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 37, p. 335-342, 2008.

CASTRO, Filipe Alexandre Boscaro de *et al.* Energia dietética ao final da gestação e durante a lactação e desempenho de ovinos Santa Inês em sistema de acasalamento acelerado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, [s.n.], v. 34, n. 2, p. 4187-4202, 2013.

COBIANCHI, Juliana Variz *et al.* Desempenho produtivo e eficiência de utilização dos componentes da dieta em vacas leiteiras alimentadas com farinha de mamona tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 41, p. 2238-2248, 2012.

COMBELLAS, J.; HODGSON, J. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 1. The effects of variation in herbage mass and daily herbage allowance in a short-term trial. **Grass and Forage Science**, Hoboken, [s.n.], v.34, p.209-214, 1979.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA. **Resolução CFMV n° 877** de fevereiro de 2008. Disponível em: https://www.crmvsp.gov.br/arquivo_legislacao/877.pdf. Acesso em: 07 abr. 2021.

COPELAND, Thomas E.; WESTON, Fred J.; SHASTRI, Kuldeep. **Financial Theory and Corporate Policy**. Vol. 4. Boston: Pearson Addison Wesley, 2005.

CORSI, M.; SANTOS, P.M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO COSTA, Carlos Alberto Fagundes; VIEIRA, Luiz da Silva. Controle de nematódeos gastrintestinais de caprinos e ovinos no estado do Ceará. **Embrapa Caprinos e Ovinos- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1995.

COSTA, Clésio dos Santos *et al.* Dietary nutrient restrictions in the post-weaning period change feed efficiency and productivity of Santa Inês ewe lambs. **Animal Production Science**, Victoria, [s.n.], v. 60, n. 17, p. 1978-1986, 2020.

CUSTAGRI. **Informações econômicas-governo do estado de São Paulo Instituto de Economia Agrícola**, [s.n.], v. 28, p. 7-28, 1998.

DANG, Liuyi; VAN DAMME, J.M. Els. Toxic proteins in plants. **Phytochemistry**, Amsterdam, [s.n.], v. 117, p. 51-64, 2015.

DETMANN, Edenio *et al.* Métodos para análise de alimentos. **Visconde do Rio Branco: Suprema**, [s.n.], v. 214, 2016.

DO Ó, Alan Oliveira *et al.* Curva de crescimento de ovinos Santa Inês no Vale do Gurgueia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, [s.n.], v.13, n. 4, p. 912-922, 2012.

DOMINGUES, Luciana Ferreira *et al.* In vitro and in vivo evaluation of the activity of pineapple (*Ananas comosus*) on *Haemonchus contortus* in Santa Inês sheep. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, [s.n.], v. 197, p. 263-270, 2013.

DURU, Michel; DUCROCQ, Helene. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. *Annals of Botany*, Cambridge, [s.n.], v. 85, n. 5, p. 645-653, 2000.

EMERY, David L.; HUNT, Peter W.; LE JAMBRE, Leo F. *Haemonchus contortus*: the then and now, and where to from here?. **International Journal for Parasitology**, Lawrence, [s.n.], v. 46, n. 12, p. 755-769, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA - BRS Tamani, forrageira híbrida de *Panicum maximum*. **Embrapa Gado de Corte**, 2015.

FAÇANHA, Débora Andréa E. *et al.* The dynamic adaptation of Brazilian Brahman bulls. **Journal of thermal biology**, Amsterdam, [s.n.], v. 81, p. 128-136, 2019.

FAGUNDES, Jailson Lara *et al.* Capacidade de suporte de pastagens de capim-tifton 85 adubado com nitrogênio manejadas em lotação contínua com ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 40, p. 2651-2657, 2011.

FALBO, Margarete Kimie *et al.* Effect of spraying *Arthrobotrys conoides* conidia on pastures to control nematode infection in sheep. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, [s.n.], v. 36, n. 1, p. 239-252, 2015.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Production of Meat, sheep: top 10 producer 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em novembro de 2021.

FAUSTO, Guilherme Costa, *et al.* Protein profile of lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus* and supplemented with selenium and copper. **Parasites & Vectors**, Londres, [s.n.], v. 7, n. 1, p. 1-6, 2014.

FERNANDES, Luiz Henrique *et al.* Efeito do pastejo rotacionado e alternado com bovinos adultos no controle da verminose em ovelhas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, [s.n.], v. 56, n. 6, p. 733-740, 2004.

FERREIRA, Josiel *et al.* Simultaneity between nutrition and thermoregulatory responses in ruminants. **Biological Rhythm Research**, Abingdon-on-Thames, [s.n.], v. 52, n. 9, p. 1372-1382, 2021.

FERREIRA, Luis Eduardo *et al.* In vitro anthelmintic activity of aqueous leaf extract of *Annona muricata* L. (Annonaceae) against *Haemonchus contortus* from sheep. **Experimental parasitology**, Amsterdam, [s.n.], v. 134, n. 3, p. 327-332, 2013.

FERRELL, C.L. Energy metabolism. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal:** FILHO, Antônio Eustáquio *et al.* Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 40, p. 1807-1814, 2011.

FREIRE, E. S. *et al.* Volatile substances produced by *Fusarium oxysporum* from coffee rhizosphere and other microbes affect *Meloidogyne incognita* and *Arthrobotrys conoides*. **Journal of nematology**, Nova York, [s.n.], v. 44, n. 4, p. 321, 2012.

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

GALVANI, D. B.; MARTINS, T. P. Determinação de extrato etéreo em amostras vegetais com uso de solvente sob alta pressão: Avaliação do equipamento semiautomático ANKOM XT15. **Embrapa Caprinos e Ovinos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, [s.l.] [s.n.], 2015.

GOIS, Glayciane Costa, *et al.* Características de carcaça e componentes não-carcaça de ovinos: uma revisão. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, [s.n.], v. 22, n. 4, p. 139-146, 2019.

GREGORINI, Pablo. Diurnal grazing pattern: its physiological basis and strategic management. **Animal Production Science**, Victoria, [s.n.], v. 52, n. 7, p. 416-430, 2012.

GUIDUCCI, R. C. N. *et al.* Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. In: GUIDUCCI, R. C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-78.

GUIMARÃES, Paulo Tacito Gotijo; ALVAREZ VENEGAS, Victor Hugo. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, [s.n.], p.332- 341, 1999.

HALL, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, Champaign, [s.n.], v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.

HANSEN, James; PERRY, Brian D. **The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants**, Nairobi Kenya, [s.n.], 4ª ed., 1994, p. 74.

HARRIS, P. A.; MARLIN, D. J.; GRAY, J. Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase activities in thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training. **The Veterinary Journal**, Amsterdam, [s.n.], v. 155, n. 3, p. 295-304, 1998.

HASHIMOTO, Juliano Hideo *et al.* Qualidade de carcaça, desenvolvimento regional e tecidual de cordeiros terminados em três sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 41, n. 2, p. 438-448, 2012.

HENDAWY, Seham HM. Immunity to gastrointestinal nematodes in ruminants: effector cell mechanisms and cytokines. **Journal of Parasitic Diseases**, Nova York, [s.n.], v. 42, n. 4, p. 471-482, 2018.

HENRIQUES, Laura *et al.* Avaliação dos fatores etários sobre a função renal de ovelhas Santa Inês. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, [s.n.], v. 36, p. 642-646, 2016.

HODGSON, J. **Grazing management: Science in to practice**. [s.l.], Essex: Longman Scientific & Technical, 1990, 203p.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Chanpaign, [s.n.], v.69, p.2755, 1986.

HOUDIJK, Jos G.M. Differential effects of protein and energy scarcity on resistance to nematode parasites. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, [s.n.], v.103. p. 41- 49, 2012.

HOWERY, Larry D.; PROVENZA, Frederick D.; RUYLE, George B. **How domestic herbivores select nutritious diets on rangelands?** Cooperative Extension Bulletin, [s.l.], [s.n.], 1998, 8p.

IBGE. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf. Acesso em setembro de 2021.

JACKSON, Frank; VARADY, Marián; BARTLEY, David Jon. Managing anthelmintic resistance in goats - Can we learn lessons from sheep? **Small Ruminant Research**, Amsterdam, [s.n.], v.103, p.3-9, 2012.

JENKINS, T.C.; McGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, [s.n.], v.89, p.1302-1310, 2006.

JENKINS, Thomas C.; HARVATINE, Kevin J. Lipid feeding and milk fat depression. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, Amsterdam, [s.n.], v. 30, n. 3, p. 623-642, 2014.

JOCHIMS, Felipe *et al.* Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 39, n. 3, p. 572-581, 2010.

JUNG, H.G.; DEETZ D.A. Cell wall lignification and degradability. IN: JUNG, H.G. *et al.* **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: ASACSSA-SSSA, 1993, p. 315-46.
JÚNIOR, G. L. *et al.* Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, Fortaleza, [s.n.], v. 17, n. 7, 2007.

KANEKO, Jiro Jerry; HARVEY, John W.; BRUSS, Michael L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6ª Ed. San Diego: Academic Press, 2008, 916p.

KAPLAN, R. M. *et al.* Validation of the FAMACHA© eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. **Veterinary parasitology**, Amsterdam, [s.n.], v. 123, n. 1-2, p. 105-120, 2004.

KÖPPEN, W. **Das Geographische System der Klimate**, Vol. 1., Part C. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Handbuch der Klimatologie*. Gebruder Borntraeger, Berlin, [s.n.], 1936. p. 1-44.

KOZLOSKI, Gilberto Vilmar *et al.* Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 98-102, 2005.

KRUGER, Silvana Dalmutt, *et al.* Análise comparativa do retorno econômico-financeiro das atividades leiteira e avícola. **Custos e Agronegócio on line**, Recife, [s.n.], v. 15, n. 3, p. 22-49, 2018.

KUMAR, O.; SUGENDRAN, K.; VIJAYARAGHAVAN, R. Oxidative stress associated hepatic and renal toxicity induced by ricin in mice. **Toxicol**, Minneapolis, [s.n.], v. 41, n. 8, p. 333-338, 2003.

LANGHANS, W; ROSSI, R.; SCHARRER E. Relationships between feed and water intake in ruminants. In: ENGLEHARDT, W.V; LEONHARD-MAREK, S; BREVES, G; GIESECKE, D. *Ruminant Physiology, Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. **Proceedings of the 8th International Symposium on Ruminant Physiology**. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag, 1995. p. 199-216.

LICITRA, Giuseppe; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, Peter J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, [s.n.], v.57, p.347-358. 1996.

LIMA JÚNIOR, Dorgival Morais *et al.* Intrinsic factors affecting sheep meat quality: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, Medellín, [s.n.], v. 29, n. 1, p. 03-15, 2016.

LOPES, Marcos Neves *et al.* Gas exchange in Massai grass fertilized with nitrogen and grazed by sheep. **Bioscience Journal**, Uberlândia, [s.n.], v. 36, n. 1, p. 152-160, 2020.

MACEDO JÚNIOR, Gilberto L.; ZANINE, Anderson M.; BORGES, Iran; PÉREZ, Olalquiaga J.R. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, [s.n.], v. 17, n.1, p. 7-17, 2007.

MADER, Terry L.; DAVIS, Shane. Effect of management strategies on reducing heat stress of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, [s.n.], v. 79, n. 12, p. 2941-2948, 2001.

MALHADO, Carlos Henrique M. *et al.* Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, [s.n.], v. 84, n. 1-3, p. 16-21, 2009.

MALHADO, Carlos Henrique Mendes *et al.* Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, [s.n.], v. 9, n. 2, 2008.

MARANGUAPE, Jéssica Sousa, *et al.* Castor cake as organic fertilizer to control gastrointestinal nematodes in pasture-raised sheep. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, [s.n.], v. 29, n. 4, p. 1-10, 2020.

MARTIN, Nelson Batista *et al.* Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. São Paulo, **Informações econômicas**, [s.n.], v. 1, n. 12, p. 7-28, 1998.

MARTINS, Henrique. C; SOUSA NETO, José. A. de. **Finanças Corporativas na prática: Ferramentas gerenciais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

MATOS, Antônio Francisco Igor Magalhães de, *et al.* Attempt to control *Haemonchus contortus* in dairy goats with Barbervax®, a vaccine derived from the nematode gut membrane glycoproteins. **Small ruminant research**, Amsterdam, [s.n.], v. 151, p. 1-4, 2017.

MAVROT, Fabien; HERTZBERG, Hubertus; TORGERSON, Paul. Effect of gastro-intestinal nematode infection on sheep performance: a systematic review and meta-analysis. **Parasites & vectors**, Londres, [s.n.], v. 8, n. 1, p. 1-11, 2015.

McDOWELL, Robert E.; JONES, Richard G. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. São Paulo: Ícone, 1974. 692p.

McMANUS, C.; PAIVA, S. R.; ARAÚJO, R. O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 39, p. 236-246, 2010.

- MELO, Verônica Freitas de Paula *et al.* Manejo de anti-helmínticos no controle de infecções gastrintestinais em cabras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, [s.n.], v. 16, p. 916-924, 2015.
- MENDES, Fabrício Bacelar Lima *et al.* O Ingestive behavior of grazing steers fed increasing levels of concentrate supplementation with different crude protein contents. **Tropical animal health and production**, Nova York, [s.n.], v. 47, n. 2, p. 423-428, 2014.
- MENDES, Luiz Claudio N., *et al.* Efeito da tosquia na temperatura corpórea e outros parâmetros clínicos em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 6, p. 817-825, 2013.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.
- MEXIA, Alexandre Agostinho *et al.* Susceptibilidade a nematóides em ovelhas Santa Inês, Bergamácia e Texel no Noroeste do Paraná Susceptibility to nematodes of Santa Inês, Bergamácia and Texel ewes on northwest of Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, [s.n.], v. 32, n. sup 1, p. 1921-1928, 2011.
- MEZZALIRA, Jean Carlos *et al.* Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, [s.n.], v.42, n.7, p.1264-1270, 2012.
- MIRANDA, Rafaela Coelho. **Níveis de proteína e energia na dieta para redução do parasitismo gastrointestinal em ovinos artificialmente infectados**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Tocantins.
- MOLENTO Marcelo Beltrão *et al.* Alternativas para o controle de nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, [s.n.], v. 80, n. 2, p. 253-263, 2013.
- MOLENTO, Marcelo Beltrão *et al.* Parasite control in the age of drug resistance and changing agricultural practices. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, [s.n.], v.163, p.229-234, 2009.
- MORAIS, O. R. O melhoramento genético dos ovinos no Brasil. In: PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal**, 4ª ed., Belo Horizonte: FEPMVZ, p. 358-371, 2004.
- MORENO, Greicy Mitzi Bezerra *et al.* Rendimentos de carcaça, composição tecidual e musculabilidade da perna de cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar em dois níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, [s.n.], v. 62, n. 3, p.686-695, 2010.
- MORGAN, E.R.; VAN DIJK J. The influence of water on the migration of infective trichostrongyloid larvae onto grass. **Parasitology**, Amsterdam, [s.n.], v. 138, n. 6, p. 780-788, 2011.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: **Proceedings International grassland congress**. [s.l.], [s.n.], p. 1380- 1395, 1952.

MYERS, W.D. *et al.* Technical Note: a procedure for the preparation a quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, Cary, [s.n.], v.82, n.1. p.179-183, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: Academic Press, 2001, 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007, 384p.

NOGUEIRA, Daniel Maia *et al.* Aspectos clínicos, parasitológicos e produtivos de ovinos mantidos em pastagem de capim-aruaana irrigado e adubado com diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, [s.n.], v. 33, n. 2, p. 175-181, 2011.

NOGUEIRA, Flávia Aparecida, *et al.* Anthelmintic efficacy of banana crop residues on gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo tests. **Parasitology research**, Nova York, [s.n.], v. 11, n. 1, p. 317-323, 2012.

OLIVEIRA, André Soares de *et al.* Identificação e quantificação de indicadores-referência de sistemas de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 36, p. 507-516, 2007.

OLIVEIRA, Delano de Sousa *et al.* Desempenho e características de carcaça de cordeiros SPRD cruzados com as raças Santa Inês e Somalis Brasileira terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, [s.n.], v. 15, p. 937-946, 2014.

OLIVEIRA, Rogério Gonçalves de *et al.* Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos coletivos em pastos de duas cultivares de capim-bufel manejados em três ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, [s.n.], v. 17, p. 374-384, 2016.

OLIVEIRA, Ronaldo Lopes *et al.* Ácido linoléico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, [s.n.], v. 60, p. 169-178, 2008.

OLIVEIRA, Terezinha Bezerra Albino *et al.* Índices técnicos e rentabilidade da pecuária leiteira. **Scientia agrícola**, Piracicaba, [s.n.], v. 58, n. 4, p. 687-692, 2001.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, [s.n.], v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

PAIVA, Samuel Rezende *et al.* Genetic variability of the Brazilian hair sheep breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, [s.n.], v. 40, n. 9, p. 887-893, 2005.

PARSONS, A. J. *et al.* The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**. Hoboken, [s.n.], p. 127-139, 1983.

PEARSON, Craig J.; ISON, Ray L. **Agronomia de sistemas de pastagem**. Cambridge University Press, 1987, 61p.

PEDROSO, Luma A. *et al.* Volatile organic compounds produced by castor bean cake incorporated into the soil exhibit toxic activity against *Meloidogyne incognita*. **Pest management science**, Hoboken, [s.n.], v. 75, n. 2, p. 476-483, 2019.

PEREIRA, Elzânia Sales *et al.* Energy and protein requirements of Santa Inês lambs, a breed of hair sheep. **Animal**, Clermont-Thiers, [s.n.], v.11, n.12, p. 2165-2174, 2017.

POMPEU, R. C. F. F. *et al.* Características morfofisiológicas do capim-aruana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 4, p. 1187-1210, 2010.

POMPEU, Roberto Cláudio Fernandes Franco *et al.* Comportamento de ovinos em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 38, n. 2, p. 374-383, 2009.

POMPEU, Roberto Cláudio Fernandes Franco *et al.* Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 41, p. 726-733, 2012.

POMPEU, Roberto Cláudio Fernandes Franco *et al.* Desempenho de ovinos em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro proporções de suplementação concentrada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, [s.n.], v. 61, n. 5, p. 1104-1111, 2009.

POPPI, Dennis P.; MCLENNAN, Stuart R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, [s.n.], v. 73, n. 1, p. 278-290, 1995.

QUEIROZ, Edicarlos Oliveira *et al.* Parâmetros fisiológicos e desempenho para ovelhas Santa Inês e cordeiros ½ Dorper-Santa Inês nas estações verão e inverno. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, [s.n.], v. 16, p. 199-209, 2015.

QUEIROZ, Larissa De Oliveira *et al.* Características quantitativas da carcaça de cordeiros Santa Inês, abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, [s.n.], v. 16, p. 712-722, 2015.

RAINERI, Camila; STIVARI, Thayla Sara Soares; GAMEIRO, A. H. Lamb production costs: Analyses of composition and elasticities analysis of lamb production costs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seul, [s.n.], v. 28, n. 8, p. 1209, 2015.

REGO NETO, Aurino de Araújo *et al.* Population genetic structure of Santa Inês sheep in Brazil. **Tropical animal health and production**, Nova York, [s.n.], v. 50, n. 3, p. 503-508, 2018.

RODRIGUES, Adriana Bonfim *et al.* Sensibilidade dos nematoides gastrintestinais de caprinos a anti-helmínticos na mesorregião do Sertão Paraibano. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, [s.n.], v. 27, n. 4, p; 162-166, 2007.

RODRIGUES, Osmar *et al.* Bases fisiológicas para o manejo de forrageiras. In: FONTANELLI, R. S; DOS SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na Região Sul-Brasileira**. Brasília: EMBRAPA, p.59-125, 2012.

RUSSEL, A. J. F.; DONEY, J.M.; GUNN, R. G. Subjective assessment of body fat in live sheep. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, [s.n.], v. 72, n. 3, p. 451-454, 1969.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283 p.

SALAH, Nizar; SAUVANT, Daniel; ARCHIMÈDE, Harry. Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta-analysis. **Animal**, Clermont-Thiers, [s.n.], v. 8, n. 9, p. 1439-1447, 2014.

SALES, Juliana V.F. *et al.* Expressão do Mg+ 2, CK, AST e LDH em equinos finalistas de provas de enduro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, [s.n.], v. 33, n. 1, p. 105-110, 2013.

SALLES, Hévila Oliveira *et al.* Crop residues activity against the free-living stages of small ruminant nematodes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, [s.n.], v. 28, n. 3, p. 528-532, 2019.

SALLES, Hévila Oliveira *et al.* Método para avaliar, sob condições controladas, a contaminação de forrageiras por larvas de nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes. **Embrapa Caprinos e Ovinos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, [s.l.], [s.n.], 2014.

SANTOS NETO, Clemente Fernandes dos *et al.* Pasture structure and feeding behavior of sheep supplemented with biodiesel sources on Tanzania grass. **Biological Rhythm Research**, Cambridge, [s.n.], p. 1-12, 2019.

SANTOS, Humberto G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 355 p.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos, *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 353 p, 2013.

SANTOS, Manoel Eduardo Rozalino *et al.* Estrutura do dossel e características de perfilhos em pastos de capim-piatã manejados com doses de nitrogênio e períodos de diferimento variáveis. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, [s.n.], v.18, p.1-13, 2017.

- SANTOS, Manoel Eduardo Rozalino *et al.* Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, [s.n.], v. 39, n. 4, p. 2125-2131, 2010.
- SANTOS, Merilene Maria dos *et al.* Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, [s.n.], v. 33, n. 3, p. 287-294, 2011.
- SANTOS, Michelle C.; SILVA, Bruna F.; AMARANTE, Alessandro FT. Environmental factors influencing the transmission of *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, [s.n.], v. 188, n. 3-4, p. 277-284, 2012.
- SANTOS, Silvio da Silva *et al.* Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. **Horticultura Brasileira**, Brasília, [s.n.], v. 30, p. 549-552, 2012.
- SARMENTO, José Lindenberg Rocha *et al.* Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.35, n. 2, p.435-442, 2006.
- SAS Institute Inc. 2005. SAS Systems for Windows SAS® 9.4 **Procedures Guide**. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SCHONS, Schons, Radael Marinho Três *et al.* ‘Rotatinuous’ stocking: An innovation in grazing management to foster both herbage and animal production. **Livestock Science**, Amsterdam, [s.n.], v. 245, n. 104406, 2021.
- SENGER, Clóvis C.D. *et al.* Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feed stuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, [s.n.], v. 146, 98 p. 169-174, 2008.
- SILANIKOVE, Nissim. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock production science**, Amsterdam, [s.n.], v. 67, n. 1-2, p. 1-18, 2000.
- SILVA, Laíza Sofia Acioli *et al.* Growth curve in Santa Inês sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, [s.n.], v.105, n.1-3, p. 821-185, 2012.
- SILVA, Samuel de Deus da *et al.* Uso da torta de mamona como fertilizando orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, [s.n.], v. 42, n. 1, p. 19-27, 2012.
- SILVA, Sila Carneiro da; NASCIMENTO JÚNIOR, Domicio do. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.n.], Viçosa- MG, v. 36, p. 122-138, 2007.
- SILVA, Valéria Borges da *et al.* Decomposição e liberação de N, P e K de esterco bovino e de cama de frango isolados ou misturados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.n.], Viçosa-MG, v. 38, p. 1537-1546, 2014.
- SKINNER, R. H. & NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madison, [s.n.], v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.

SNIFFEN, Charlie J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, [s.n.], v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

TAYLOR, Mike A.; COOP, R. L.; WALL, Richard L. Parasites of sheep and goats. **Veterinary Parasitology**. [s.l.], [s.n.], 3^o edition, 2007, p. 152-165.

TESK, Cátia Regina Macagnan *et al.* Respostas do herbário das gramíneas Tamani e Quênia à intensidade de pastejo. **Agronomy Journal**, Madison, [s.n.], v. 112, n. 3, p. 2081-2091, 2020.

THRALL, M. A *et al.* **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. São Paulo: Roca, 2006. 582 p.

TORRES, Sônia Emília Figueiredo de Araújo, *et al.* Nematódeos de ruminantes em pastagem com diferentes sistemas de pastejo com ovinos e bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, [s.n.], v. 44, p. 1191-1197, 2009.

TORRES-ACOSTA, Juan Felipe de Jesús *et al.* Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and subhumid tropical conditions. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, [s.n.], v. 103, n. 1, p. 28-40, 2012.

TORRES-ACOSTA, Juan Felipe de Jesús; HOSTE, Hervé. Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, [s.n.], v. 77, n. 2-3, p. 159-173, 2008.

TOSCANO, João Henrique Barbosa *et al.* Morada Nova sheep breed: Resistant or resilient to *Haemonchus contortus* infection?. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 2, p. 2-37, 2019.
UENO Hakaru, Gonçalves, Pedro Cabral. **Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes**. Salvador: JICA; 1998.

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

VAN SOEST, Peter J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca, NY: Cornell University, 1994. 476p.

VASCONCELOS, Elayne Cristina Gadelha *et al.* Morfogênese e produção de biomassa do capim 'BRS Tamani' guinea sob doses crescentes de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, [s.n.], v. 55, p.1-11, 2020.

VIEIRA, Vanessa Diniz *et al.* Controle de parasitas gastrintestinais em ovinos e análise financeira de uma fazenda com sistema de pastejo rotacionado irrigado no semiárido nordestino. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, [s.n.], v. 38, p. 913-919, 2018.

VIEIRA, Vanessa Diniz *et al.* Prevalence and risk factors associated with goat gastrointestinal helminthiasis in the Sertão region of Paraíba State, Brazil. **Tropical animal health and production**, Nova York, [s.n.], v. 46, n. 2, p. 355-361, 2014.

VILELA, Vinícius Longo Ribeiro *et al.* Biological control of goat gastrointestinal helminthiasis by *Duddingtonia flagrans* in a semi-arid region of the northeastern Brazil. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, [s.n.], v. 188, n. 1-2, p. 127-133, 2012.

WANG, Bo-Bo *et al.* In vitro and in vivo studies of the native isolates of nematophagous fungi from China against the larvae of trichostrongylides. **Journal of basic microbiology**, Weinheim, [s.n.], v. 57, n. 3, p. 265-275, 2017.

WOLF, A. V. *et al.* New refractometric methods for the determination of total proteins in serum and in urine. **Clinical Chemistry**, Amsterdam, [s.n.], v. 8, n. 2, p. 158-165, 1962.

APÊNDICE A - FOTOGRAFIAS DO EXPERIMENTO



Fotografia 01: Estabelecimento da pastagem na área experimental.



Fotografia 02: Manejo geral da pastagem, adubação e roço da área experimental.



Fotografia 03: Processo de destoxificação da torta de mamona *in natura*, avaliação da eficiência da irrigação e fase de adaptação dos animais experimentais.



Fotografia 04: Avaliação das características estruturais da pastagem - mensuração da altura do pasto, contagem da densidade populacional de perfilho, índice de área foliar e interceptação da radiação fotossinteticamente (PAR/LAI - Accupar LP-80Decagon Devices®).



Fotografia 05: Avaliação do comportamento animal em pastejo.



Fotografia 06: Avaliação dos parâmetros fisiológicos dos animais em pastejo - Aferição da frequência cardíaca, temperatura corporal e retal dos animais experimentais.



Fotografia 07: Avaliação do consumo animal - preparação de cápsulas contendo dióxido de titânio, aplicador adaptado e administração do indicador externo.



Fotografia 08: Avaliação do coeficiente de digestibilidade aparente - preparo das amostras (fezes/alimentos) e incubação *in situ*, realizadas em bovino.



Fotografia 09: Recuperação de larvas infectantes da pastagem, segundo metodologia proposta por Ueno & Gonçalves (1998).



Fotografia 10: Coleta de sangue para avaliação de parâmetros sanguíneos, contaminação oral dos animais com larvas de *Haemonchus contortus* e contagem de parasitas adultos por compartimento gastrintestinal dos animais.