

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**MIGRAÇÃO DE LARVAS INFECTANTES DE NEMATOIDES
GASTRINTESTINAIS DE CAPRINOS EM PASTAGEM NA
REGIÃO DO RECÔNCAVO BAIANO**

Luis Eduardo Meira Faria

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2021**

**MIGRAÇÃO DE LARVAS INFECTANTES DE NEMATOIDES
GASTRINTESTINAIS DE CAPRINOS EM PASTAGEM NA REGIÃO DO
RECÔNCAVO BAIANO**

Luis Eduardo Meira Faria

Médico Veterinário

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2018

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal (Produção e Manejo de Ruminantes)

Orientador: Prof. Dr. Wendell Marcelo de Souza Perinotto

Coorientador: Prof. Dr. Joselito Nunes Costa

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

F224m	<p>Faria, Luis Eduardo Meira. Migração de larvas infectantes de nematoides gastrintestinais de caprinos em pastagem na Região do Recôncavo Baiano / Luis Eduardo Meira Faria._ Cruz das Almas, Bahia, 2021. 63f.</p> <p>Orientador: Wendell Marcelo de Souza Perinotto. Coorientador: Joselito Nunes Costa.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.</p> <p>1.Parasitologia veterinária – Caprino. 2.Larva – Nematoda – Controle. 3.Mudanças climáticas – Recôncavo (BA) – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 576.89</p>
-------	---

Ficha elaborada pela Biblioteca Central de Cruz das Almas - UFRB.
Responsável pela Elaboração - Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIA AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**MIGRAÇÃO DE LARVAS INFECTANTES DE NEMATOIDES
GASTRINTESTINAIS DE CAPRINOS EM PASTAGEM NA REGIÃO DO
RECÔNCAVO BAIANO**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de
Luis Eduardo Meira Faria

Aprovada em: 26 de janeiro de 2021

Prof. Dr. Wendell Marcelo de Souza Perinotto
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Orientador

Prof. Dr. Ricardo Wagner Dias Portela
Universidade Federal da Bahia
Examinador Externo

Dra. Simone Quinelato Bezerra
Fundação Oswaldo Cruz
Examinadora Externa

Profa. Dra. Melissa Carvalho Machado do Couto Chambarelli
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Examinadora Externa

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa
Profa. Dra. Jacqueline Braga, que me
apoio nos momentos mais difíceis,
concedeu-me conselhos valiosos e me
incentivou sempre durante este percurso.
Dedico também aos meus familiares,
minha mãe Ana Cristina, meu pai
Eduardo, irmão João Daniel e avó Maria
José, que me fortalecem constantemente
na busca do melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Wendell Perinotto, pela consideração, apoio e sabedoria prestada ao longo do meu percurso acadêmico. Desde o primeiro momento, foi aquele que mais confiou em todo o sucesso deste trabalho. Sua paciência e conhecimento perante as adversidades me ensinaram o quanto podemos alcançar.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Joselito Costa, por tudo que já me ensinou e por todos os momentos compartilhados ao longo da academia.

Ao apoio prestado pelos servidores técnicos da Fazenda Experimental do CCAAB, especialmente a Emmanuel, Rogério, Luiz Edmundo e Erivaldo, que colaboraram para execução do trabalho.

À discente Olga Beatriz, futura médica-veterinária, por sua disposição e ajuda na condução dos testes experimentais.

A Roque, servidor técnico do Laboratório de Parasitologia e Doenças Parasitária do HUMV/UFRB, pelo auxílio nas atividades de laboratório, companhia e por suas orações.

Aos meus colegas médicos-veterinários lally, Inês e Giancarlo por compartilhar conhecimentos durante o curso e também pelo auxílio dado durante os experimentos.

Aos professores do programa, por suas competências e esforços para tornarem-me um profissional cada vez mais completo.

E por fim à CAPES, que me concedeu financiamento necessário para prosseguir no curso e desenvolver este trabalho.

EPÍGRAFE

“Portanto, o problema não é tanto ver o que ninguém viu ainda, mas pensar o que ninguém pensou ainda a respeito do que todos veem.”

Arthur Schopenhauer, 1851.

MIGRAÇÃO DE LARVAS INFECTANTES DE NEMATOIDES GASTRINTESTINAIS DE CAPRINOS EM PASTAGEM NA REGIÃO DO RECÔNCAVO BAIANO

RESUMO: O estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica migratória de larvas infectantes (L3) de nematoides gastrintestinais sob efeito das variáveis meteorológicas: temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, em pastagem de *Urochloa decumbens* cv. Australiana, na região do Recôncavo baiano, durante o período chuvoso, de maio a setembro de 2019, e seco, de outubro a março de 2020. Mensalmente, amostras fecais de caprinos naturalmente infectados foram depositadas em seis parcelas de um piquete do pasto, cada uma com área de 1m². Nos dias +7, +14 e +21 pós-deposição, amostras de fezes remanescentes e gramínea, dividida em estrato inferior e superior (0–15 e >15 cm, respectivamente) foram coletadas e submetidas à técnica de *Baermann* modificada, para recuperação e contagem larval. Dados meteorológicos foram obtidos a partir do banco de dados da estação meteorológica local. Os resultados da contagem larval foram transformados em logaritmo natural e analisados para o efeito dia de coleta, efeito estrato e a interação entre ambos, comparando-se as médias pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Análise de regressão multivariada e correlação das variáveis meteorológicas com a contagem larval foi realizada. No período chuvoso, as fezes remanescentes tiveram maior contagem larval em julho e agosto, enquanto que setembro a contagem foi maior na gramínea. As médias totais nas fezes e gramínea foram de 4137,4 e 2467,2 L3/kg×matéria seca (MS), respectivamente. A contagem larval entre as coletas reduziu em junho e julho na coleta +21 e em agosto na coleta +7. Em julho, a redução na gramínea ocorreu após a coleta +7. No período seco, as fezes tiveram maior contagem de larvas em todos os meses, exceto para março. As médias totais das contagens larvais nas fezes e gramínea foram de 3031,4 e 867,3 L3/kg×MS, respectivamente. Em ambas as amostras, novembro apresentou redução na contagem larval na coleta +14, enquanto que janeiro e fevereiro apresentaram aumento na coleta +14. A contagem larval no estrato inferior foi maior que no superior. A umidade relativa do ar apresentou correlação positiva com a contagem larval. Maior volume de precipitação pluviométrica durante o período chuvoso atuou favoravelmente para a contaminação do pasto. Reduzida migração vertical pode ter sido influenciada pelas baixas temperaturas durante o período chuvoso. Maior prevalência de *Haemonchus* sp. ocorreu durante o período chuvoso, invertendo-se para *Trichostrongylus* sp. no período seco. Portanto, medidas profiláticas devem ser implementadas em caprinos sob pastejo de *U. decumbens* no Recôncavo baiano durante o período chuvoso. A reduzida contaminação do pasto durante o período seco pode favorecer a manutenção dos animais. A umidade relativa do ar pode ser uma variável importante para prever os meses de maior risco de infecção.

Palavras-chave: Gramínea; Nematoda; Precipitação pluviométrica; Ruminantes; Temperatura; Umidade relativa do ar

MIGRATION OF GASTROINTESTINAL NEMATODE INFECTIOUS LARVES FROM GOATS ON PASTURE IN RECÔNCAVO BAIANO

ABSTRACT: The study aimed to evaluate the migratory dynamics of infective larvae (L3) of gastrointestinal nematodes under the effect of the meteorological variables: temperature, rainfall and relative humidity, in pasture of *Urochloa decumbens* cv. Australiana, in the region of Recôncavo baiano, during the rainy period, from May to September 2019, and dry period, from October to March 2020. Monthly, fecal samples from naturally infected goats were deposited in six plots of a paddock, each with an area of 1m². In +7, +14 and +21-days post-deposition, samples of the remaining feces and grass, divided into lower and upper strata (0–15 and >15 cm, respectively) were collected and submitted to the modified *Baermann* technique for larval recovery and counting. Meteorological data were obtained from the local weather station database. Larval count results were transformed in natural logarithm and analyzed regarding the collection day effect, stratum effect, and the interaction between both effects, comparing the means using Tukey's test ($p < 0.05$). Multivariate regression analysis and correlation of weather variables with larval counts was performed. In the rainy season, the remaining feces had the highest larval counts in July and August, while in September counts were highest on grass. The total mean values in feces and grass were 4137.4 and 2467.2 L3/kg×dry matter (DM), respectively. Larval counts between collections decreased in June and July at collection +21 and in August at collection +7. In July, the reduction in grass occurred after the +7. In the dry period, feces had a higher count in all months except for March. The total means in feces and grass were 3031.4 and 867.3 L3/kg×DM, respectively. In both samples, November showed a reduction in larval counts at the +14 collection, while January and February saw an increase in the +14 collection. Larval counts in the lower layer were higher than in the upper layer. Air relative humidity showed a positive correlation with the larval count. Higher rainfall during the rainy season acted favorably for the contamination of the pasture. Reduced vertical migration may have been influenced by low temperatures during the rainy season. Higher prevalence of *Haemonchus* sp. occurred during the rainy season, changing to *Trichostrongylus* sp. during the dry season. Therefore, prophylactic measures should be implemented in goats under *U. decumbens* pasture in the Recôncavo baiano during the rainy season. Reduced pasture contamination during the dry season may favor animal maintenance. Air relative humidity can be an important variable for predicting the months with the highest risk of infection.

Keywords: Grass; Nematoda; Rainfall; Ruminants; Relative humidity; Temperature

LISTA DE ABREVIATURAS

<	menor que
>	maior que
%	percentual
\bar{x}	média aritmética
±	desvio padrão
°C	graus Celsius
µL	microlitros
cm	centímetros
DIC	delineamento inteiramente casualizado
DM	<i>dry matter</i>
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
g	gramas
h	horas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
km	quilômetros
L1	larva de 1º estágio
L2	larva de 2º estágio
L3	larva de 3º estágio ou larva infectante
ln	logaritmo natural
m	metros
m ²	metros quadrados
mL	mililitros
mm	milímetros
MS	matéria seca
n°	número
NGIs	nematoides gastrintestinais
rpm	rotações por minuto
U.R.	umidade relativa do ar
x	vezes

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo evolutivo comum dos nematoides gastrintestinais de caprinos, ovinos e bovinos	6
Figura 2 Volume de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C) máxima, média e mínima mensais no período chuvoso, entre os meses de junho a setembro de 2019, e período seco, entre outubro a março de 2020, no município de Cruz das Almas, Bahia	23
Figura 3 Volume de precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) mensais no período chuvoso, entre os meses de junho a setembro de 2019, e período seco, entre outubro a março de 2020, no município de Cruz das Almas, Bahia	24
Figura 4 Médias mensais da contagem de OPG no pool fecal, composto por amostras de fezes de caprinos naturalmente infectados por nematoides gastrintestinais durante o período chuvoso, nos meses de junho a setembro de 2019, e período seco, de outubro a março de 2020.....	25
Figura 5 Médias da contagem larval mensal (L3/kg×MS) nas amostras de fezes remanescentes e gramínea <i>Urochloa decumbens</i> durante o período chuvoso, compreendido entre os meses de junho a setembro de 2019, e período seco, entre outubro a março de 2020.....	26
Figura 6 Média da contagem larval (L3/kg×MS) mensal nos estratos inferior (0–15 cm) e superior (>15 cm) de gramínea <i>Urochloa decumbens</i> , no período chuvoso, com duração de junho a setembro de 2019, e seco, de outubro a março de 2020.....	28
Figura 7 Percentual de larvas infectantes recuperadas nas amostras de fezes submetidas à coprocultura dos gêneros <i>Haemonchus</i> sp., <i>Trichostrongylus</i> sp. e <i>Oesophagostomum</i> sp. no período chuvoso, com duração de junho a setembro de 2019, e período seco, de outubro a março de 2020	31
Figura 8 Correlação positiva entre a contagem larval ($\ln[x]=y$) e a umidade relativa do ar (%) calculada pelo teste de correlação de Pearson a partir das médias da contagem larval nas amostras de fezes remanescentes e gramínea do período chuvoso e seco	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Distribuição do número de ovos de nematoides gastrintestinais obtidos a partir da média (\pm desvio padrão) de OPG e peso do pool fecal, de caprinos naturalmente infectados, inoculados em parcelas de pastagem composta por gramínea <i>Urochloa decumbens</i> nos meses de junho de 2019 a março de 2020	25
Tabela 2 Média (\pm desvio padrão) da contagem larval (L3/kg \times MS) das amostras de fezes remanescente e gramínea <i>Urochloa decumbens</i> , nas coletas +7, +14 e +21 dias pós-deposição do período chuvoso, com duração de junho a setembro de 2019....	27
Tabela 3 Média (\pm desvio padrão) da contagem larval (L3/kg \times MS) das amostras de fezes remanescente e gramínea <i>Urochloa decumbens</i> , nas coletas +7, +14 e +21 dias pós-deposição do período seco, com duração de outubro de 2019 a março de 2020	28
Tabela 4 Média (\pm desvio padrão) da contagem larval e total (L3/kg \times MS) obtidas no estrato inferior (de 0–15 cm) e superior (>15 cm) em amostras de gramínea <i>Urochloa decumbens</i> , durante as coletas +7, +14 e +21 dias pós-deposição no período chuvoso entre os meses de junho a setembro de 2019.....	29
Tabela 5 Média (\pm desvio padrão) da contagem larval e total (L3/kg \times MS) obtidas no estrato inferior (de 0–15 cm) e superior (>15 cm) em amostras de gramínea <i>Urochloa decumbens</i> , durante as coletas +7, +14 e +21 dias pós-deposição no período seco entre os meses de outubro de 2019 a março de 2020	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Caprinocultura na Bahia	3
2.2	Aspectos fundamentais dos nematoides gastrintestinais	4
2.2.1	Ciclo evolutivo dos nematoides gastrintestinais	5
2.3	Resistência anti-helmíntica	7
2.4	Estratégias de controle dos nematoides gastrintestinais	9
2.5	Desenvolvimento dos estádios larvais de vida livre sob influência de fatores abióticos	10
2.5.1	Temperatura	10
2.5.2	Precipitação pluviométrica	12
2.5.3	Umidade	13
2.6	Migração e sobrevivência das larvas infectantes sob influência de fatores abióticos	14
2.7	Características da espécie <i>Urochloa decumbens</i>	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Local de estudo e dados meteorológicos	18
3.2	Animais do experimento	18
3.3	Coleta e processamento das amostras fecais	19
3.4	Deposição, coleta e processamento das amostras obtidas a campo	20
3.5	Análise estatística	21
4	RESULTADOS	23
5	DISCUSSÃO	33
6	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
	APÊNDICES	45

1 INTRODUÇÃO

As infecções por nematoides gastrintestinais (NGIs) são responsáveis por perdas significativas de produtividade na pecuária nacional. Condição semelhante é encontrada em países tropicais e subtropicais, principalmente naqueles onde a criação de ruminantes desenvolve-se em áreas extensas de pastagem (SHAKYA *et al.*, 2017; VILLA-MANCERA e REYNOSO-PALOMAR, 2019). *Haemonchus contortus* e *Trichostrongylus columbriformis* são os principais NGIs que acometem os caprinos, sendo capazes de provocar alterações no trato gastrointestinal que limitam a capacidade de digestão e absorção de nutrientes, ocasionando perda de peso e morte dos animais (CRAIG, 2018).

A transmissão desses endoparasitos ocorre durante a fase de vida livre do ciclo evolutivo, após a ingestão de forragens com a larva infectante (L3). Nesta fase, fatores abióticos como a temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, bem como as características da forragem influenciam o desenvolvimento larval e a disponibilidade das L3 no pasto (O'CONNOR *et al.*, 2006).

A administração de drogas anti-helmínticas é o método de controle parasitário amplamente empregado nas diversas criações de pequenos ruminantes. Apesar disso, o uso contínuo e indiscriminado tem provocado a perda de eficácia, com a formação de populações de NGIs resistentes aos anti-helmínticos (ZANZANI *et al.*, 2014; PLOEGER e EVERTS, 2018). Diversos rebanhos da região Nordeste já foram identificados apresentando populações resistentes (MELO *et al.*, 2003; AHID *et al.*, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2007; COSTA COELHO *et al.*, 2010; BORGES *et al.*, 2015).

Nesse sentido, a adoção de estratégias de controle sustentáveis, que mitiguem o uso de drogas anti-helmínticas, tem atenuado a disseminação de populações resistentes (GALLIDIS *et al.*, 2009; KEARNEY *et al.*, 2016). O manejo do pasto é uma delas, baseando-se em reduzir a contaminação larval pela retirada dos animais e exposição aos fatores abióticos por um determinado período. Desta forma, os animais reintroduzidos serão expostos a um menor

risco de infecção durante o pastejo, possibilitando a redução da administração de anti-helmínticos (BAILEY *et al.*, 2009).

Em diversas regiões do Brasil, estudos de sazonalidade das infecções por NGIs têm sido realizados no intuito de identificar o padrão de contaminação dos pastos, bem como comparar as diferenças entre as espécies forrageiras. (RAMOS *et al.*, 2004; ALMEIDA *et al.*, 2005; CARNEIRO e AMARANTE, 2008; ROCHA *et al.*, 2014). Entretanto, a ausência desses estudos na Bahia dificulta a implementação de uma estratégia eficiente de manejo do pasto nas regiões do estado.

Nessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivos avaliar a dinâmica migratória de L3 de NGIs em pastagem de *Urochloa decumbens* cv. Australiana, na região do Recôncavo baiano, sob efeito de variáveis meteorológicas: temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar durante período chuvoso e seco, na região do Recôncavo baiano, e identificar a prevalência dos gêneros desses NGIs em cada período.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caprinocultura na Bahia

A importância social e econômica da caprinocultura desenvolvida na Bahia pode ser demonstrada a partir de seu expressivo contingente populacional. De acordo com os dados mais recentes do Censo Agro 2017, o rebanho caprino brasileiro possui cerca de 8,26 milhões de animais, sendo que a maior parte deste efetivo está localizado na região Nordeste. A Bahia destaca-se como o estado que possui o maior rebanho caprino, com aproximadamente 2,39 milhões de animais, distribuídos em mais de 71 mil estabelecimentos (IBGE, 2019).

Sob o aspecto regional, grande parte dos rebanhos caprinos no território baiano encontra-se na região do semiárido. Historicamente, essa distribuição se deve às peculiaridades da formação socioeconômica dos moradores do semiárido. Isto porque, em virtude de suas condições edafoclimáticas, da adaptação e rusticidade dos caprinos, os produtores encontraram na criação desses animais uma alternativa para impulsionar sua atividade econômica e obter seu sustento (SOUZA, 2004). Apesar do contexto, a caprinocultura do semiárido ainda enfrenta problemas que acabam por limitar seu crescimento a nível nacional.

Mesmo com todos os avanços técnico-científicos, a composição dos sistemas de produção e tecnificação empregada no semiárido ainda é muito restrita a poucos produtores. Para a maioria dos estabelecimentos, a produção é considerada de subsistência familiar, com emprego de baixo capital financeiro e de acesso aos recursos tecnológicos (DE FARIAS *et al.*, 2019). Além disso, a ausência de assistência técnica em diversos municípios tem sido apontada como uma das principais causas da baixa produtividade e sanidade nos rebanhos, fato que vem retardando o desenvolvimento de sua cadeia produtiva (RIBEIRO e MACÊDO DE ALENCAR, 2018).

De uma forma geral, grande parte dos problemas sanitários em rebanhos caprinos são decorrentes do parasitismo, principalmente por nematoides

gastrintestinais (NGIs). Esses parasitos causam infecções nos animais que levam, de forma direta e indireta, a significativas perdas econômicas para os produtores (TEIXEIRA *et al.*, 2013). Nesse sentido, a participação de profissionais especializados durante o processo de criação pode trazer consigo a adoção de práticas sustentáveis de controle parasitário, possibilitando a redução das perdas de produtividade (CEZAR *et al.*, 2008). Assim, faz-se necessário compreender os principais aspectos concernentes à epidemiologia dos NGIs bem como às estratégias de redução das infecções nos caprinos.

2.2 Aspectos fundamentais dos nematoides gastrintestinais

Dentre os helmintos de importância veterinária dos caprinos, o grupo dos NGIs (classe: Nematoda) são frequentemente relatados em estudos de epidemiologia e de surtos de mortalidade. Mais especificamente, *Haemonchus contortus* e *Trichostrongylus colubriformis* (família Trichostrongylidae) são as principais espécies que acometem rebanhos caprinos em todo o mundo, (SISSAY *et al.*, 2007; DA SILVA, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2018). Em alguns casos, a ocorrência de outros gêneros também tem sido relatada, como o *Oesophagostomum* sp. (família Chabertiidae) (MELO *et al.*, 2003; SOUZA *et al.*, 2013). Além das diferenças intrínsecas de cada uma das espécies, há também diferenças nas características da infecção, nos sinais clínicos desenvolvidos e sua localização no hospedeiro.

Haemonchus contortus é o principal causador de infecção aguda por NGIs. Nos animais acometidos observa-se um quadro clínico de gastroenterite, com localização mais frequente no abomaso. Dentre os sinais clínicos comumente encontrados, pode-se citar: anemia, hipoproteinemia, inapetência, letargia e perda de peso (MOUDGIL *et al.*, 2017).

Apesar do potencial patogênico da infecção por *H. contortus*, sabe-se que o desenvolvimento da doença depende essencialmente da carga parasitária instalada e do estado imunológico do animal. Aqueles que apresentam reduzida quantidade de parasitos, em geral, irão desenvolver quadros subclínicos, que

podem se agravar clinicamente à medida que a carga se eleva (ZAJAC, 2006; TORRES-ACOSTA e HOSTE, 2008).

Outra condição importante decorre das diferenças de susceptibilidade das infecções por NGIs nas espécies de ruminantes. Mesmo apresentando quadros clínicos semelhantes, caprinos possuem maior sensibilidade quando infectados do que ovinos. Além dos fatores fisiológicos e nutricionais, que podem justificar a condição, o comportamento alimentar dos caprinos sob condições naturais, de caráter ramoneador ao invés de pastejador, comum em ovinos e bovinos, reduziu a exposição aos NGIs durante o seu processo evolutivo, tornando-os mais sensíveis à infecção (FTHENAKIS e PAPADOPOULOS, 2018).

Diferentemente do *H. contortus*, a espécie *T. colubriformis* é reconhecida por causar infecções crônicas, e se encontrar no intestino delgado dos caprinos. Nos animais acometidos, há o aparecimento de sinais clínicos como anorexia, dor à palpação abdominal, diarreia e fraqueza progressiva (CRAIG, 2018). Verifica-se também a ocorrência de lesões na mucosa intestinal, como a atrofia das vilosidades e erosão do epitélio, que comprometem a digestão e absorção dos nutrientes em animais convalescentes, com consequente redução no desempenho produtivo após sua recuperação (CARDIA *et al.*, 2011).

Outras espécies de NGIs também podem acometer clinicamente os caprinos. *Oesophagostomum columbianum* é responsável por causar infecções no intestino grosso dos animais, que resulta na formação de nódulos. Em infecções maciças, os nódulos espalham-se para o intestino delgado e omento. A formação dos nódulos decorre da inibição imunomediada do crescimento e desenvolvimento das larvas contidas no tecido, a partir do aumento dos níveis séricos de imunoglobulina E. Quando a estimulação antigênica reduz, pela redução da carga parasitária, os nódulos tendem a regredir, havendo reimersão das larvas que foram inibidas (NWOSU *et al.*, 2013).

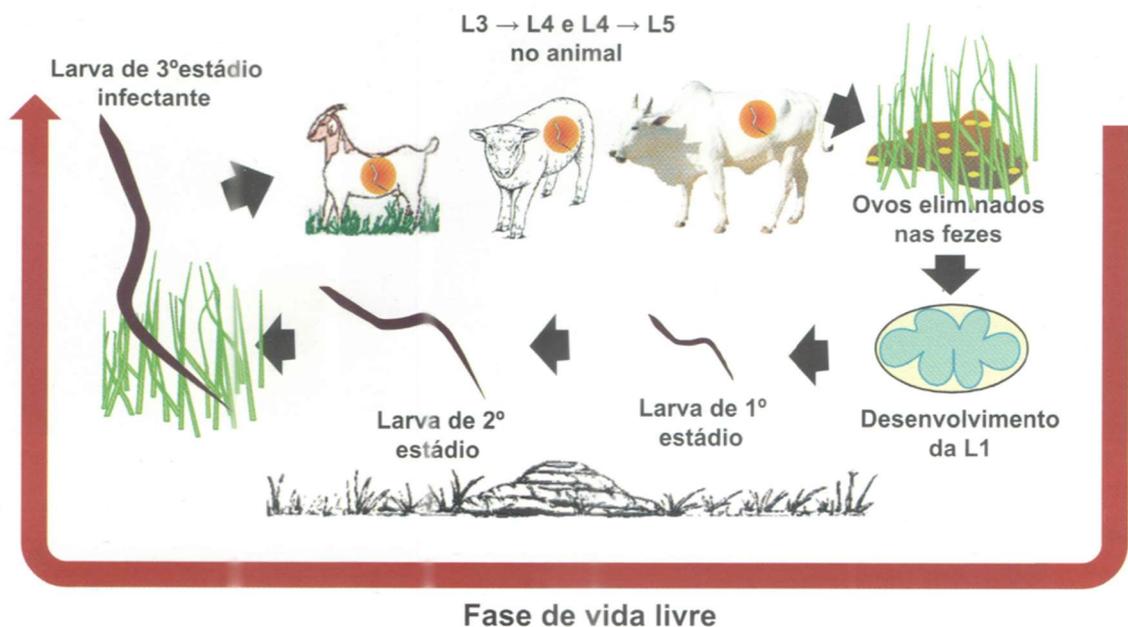
2.2.1 Ciclo evolutivo dos nematoides gastrintestinais

De maneira geral, o ciclo evolutivo da maioria das espécies NGIs acontece de forma similar, contendo algumas particularidades. O ciclo é classificado como

direto, com envolvimento de apenas um hospedeiro animal, compreendido por uma fase parasitária, caracterizada pela presença de parasito no trato gastrointestinal do hospedeiro, e uma fase de vida livre ou não parasitária, cuja presença dos parasitos limita-se ao ambiente (KNAPP-LAWITZKE *et al.*, 2016). Na fase parasitária, após a reprodução sexuada dos nematoides adultos, há liberação de ovos embrionados pelas fêmeas fecundadas, no abomaso ou intestinos, de acordo com a espécie, que são carregados intactos conjuntamente nas massas fecais e eliminados pelo animal no ambiente (ZAJAC, 2006).

No ambiente, o desenvolvimento dos estádios larvais de vida livre ocorre dentro das massas fecais, que em caprinos e ovinos apresenta formato de pelotas, ou sibalas. Após a eclosão dos ovos, há saída das larvas de primeiro estágio larval (L1), que se alimentam de bactérias e matéria orgânica presente nas fezes. Ao adquirir capacidade suficiente, a L1 desenvolve-se no estágio L2, através do processo de muda (ecdise), e, posteriormente, em L3, também denominado de larva infectante (O'CONNOR *et al.*, 2006) (Figura 1).

Figura 1 Ciclo evolutivo comum dos nematoides gastrintestinais de caprinos, ovinos e bovinos



Fonte: Lopes e Costa, 2017

As larvas infectantes (L3) apresentam características que as diferenciam dos demais estádios de vida livre, pela sua maior capacidade de resistência e movimentação. Apesar da L3 conservar a cutícula remanescente do estágio L2,

que acaba impedindo sua alimentação, a dupla camada de cutícula confere proteção contra as condições ambientais adversas, após a sua saída das fezes (CRAIG, 2018). A L3 também é capaz de se movimentar tanto no plano horizontal quanto no vertical, ao subirem nas hastes das forrageiras ou aprofundar-se no solo, conferindo-lhe capacidade de migração para bem como locais mais favoráveis a sua sobrevivência (SCIACCA *et al.*, 2002).

A fase parasitária inicia após a infecção natural do potencial hospedeiro durante o pastejo, com a ingestão de forragem contaminada pela L3. Dentro dos hospedeiros, a L3 perde a bainha protetora pela ação de enzimas proteolíticas liberadas no abomaso (DA SILVA, 2014). Antes da realização da ecdise para o estágio L4, a L3 de *H. contortus* e *Teladorsagia* spp. poderá sofrer processo de hipobiose, que é o prolongamento do desenvolvimento larval sob condições desfavoráveis de fatores externos, permanecendo encistada no abomaso (ROEBER *et al.*, 2013).

Os estádios larvais L4, L5 e a forma adulta são os principais responsáveis pelos danos causados no hospedeiro. As L4 prendem-se às mucosas do trato gastrointestinal e formam galerias, denominada de fase histotrófica, provocando lesões no epitélio que culminam em processo inflamatório. Após uma nova ecdise, as L5 continuam o processo lesivo e com a maturidade sexual, tornam-se fêmeas e machos adultos, os quais se acasalam e produzem grande quantidade de ovos, que são liberados nas fezes para o ambiente, perpetuando novas gerações (DA SILVA, 2014).

2.3 Resistência anti-helmíntica

A administração sistemática de drogas anti-helmínticas é a principal estratégia adotada, em todo mundo, com intuito de debelar e controlar a infecção pelos NGIs nos animais parasitados. Os anti-helmínticos comumente utilizados pertencem às classes dos benzimidazóis (como o albendazol e fenbendazol), agonistas colinérgicos (levamisol) e das lactonas macrocíclicas (como as avermectinas e milbemicinas) (FLEMING *et al.*, 2006). Apesar da facilidade de aquisição e aplicação, este tipo de estratégia tem-se demonstrado ineficiente,

sobretudo, devido à disseminação de populações helmínticas resistentes às bases farmacológicas (SARGISON, 2016).

A resistência anti-helmíntica é o termo genérico que se define como a redução, geneticamente determinada, da eficácia de um determinado anti-helmíntico contra uma população de parasitos que são presumidamente susceptíveis à droga (VERMA *et al.*, 2018). De acordo com a diretriz do *World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology* (WAAVP), resultados menores que 95% nos testes de redução da contagem de ovos fecais, após a realização do protocolo antiparasitário, determinam resistência da população de NGIs ao anti-helmíntico avaliado (GEARY *et al.*, 2012).

Diversos fatores podem desencadear o estabelecimento de uma população resistente no rebanho. A administração contínua de uma mesma classe farmacológica num determinado rebanho é o principal fator promotor de resistência anti-helmíntica (SUAREZ e CRISTEL, 2014). Isto decorre da pressão de seleção exercida pela droga, que ocasiona a multiplicação de uma população de parasitos naturalmente resistente (TARIQ, 2015). Associado a isso, a falta de acompanhamento técnico da condição sanitária do rebanho e seu nível de parasitismo, a administração de subdoses dos anti-helmínticos, além da aquisição e introdução de animais infectados com populações já resistentes, também contribui para acelerar a aquisição de resistência (COSTA *et al.*, 2011).

Em termos históricos, o primeiro relato de resistência anti-helmíntica ocorreu em 1964, a partir de rebanho contaminado por *H. contortus*, logo três anos após a liberação comercial de tiabendazol, um fármaco da classe dos benzimidazóis (VERMA *et al.*, 2018). Desde então, diversos casos de resistência anti-helmíntica vêm sendo relatados em diversos rebanhos do mundo (HOLM *et al.*, 2014; ZANZANI *et al.*, 2014; SINGH *et al.*, 2017).

No Brasil, a ocorrência de casos de resistência anti-helmíntica concentra-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste devido a concentração de rebanhos ovinos e caprinos nestas regiões (SALGADO e SANTOS, 2016). Em estudo realizado no município Mossoró, Rio Grande do Norte, dos 30 rebanhos caprinos avaliados, 90% apresentavam resistência ao albendazol e 36,6% à ivermectina (COSTA COELHO *et al.*, 2010). Em outro estudo, rebanhos caprinos presentes nos biomas Caatinga e Mata Atlântica, na Bahia, mantidos em sistemas extensivos, apresentaram resistência a anti-helmínticos, como albendazol e

ivermectina, havendo identificação das espécies *H. contortus* e *Trichostrongylus* spp. infectando os animais (BORGES *et al.*, 2015).

2.4 Estratégias de controle dos nematoides gastrintestinais

Nos últimos anos, tem-se intensificado o desenvolvimento, aperfeiçoamento e uso de estratégias que mitiguem a utilização de anti-helmínticos. Essas estratégias compõem o manejo integrado de parasitos (MIP), que visa integrar os conhecimentos associados à epidemiologia das infecções por NGIs com o controle anti-helmíntico convencional, com objetivo de reduzir seu uso e, conseqüentemente, a pressão de seleção de helmintos resistentes (EMERY *et al.*, 2016).

Uma distinção simples entre as estratégias do MIP pode ser dada pela fase do ciclo evolutivo no qual se deseja interromper. Para a fase parasítica, pode-se utilizar o tratamento seletivo, por exemplo, que se baseia na seleção por critérios parasitológicos, como contagem de ovos de nematoides nas fezes, pelo desempenho produtivo, pela produção de leite, ou mesmo pela correlação entre a coloração da mucosa conjuntival e o nível de anemia do animal, a partir do cartão FAMACHA[®], quais os animais serão submetidos ao tratamento com anti-helmíntico, preservando aqueles que não foram selecionados (GALLIDIS *et al.*, 2009; VILELA *et al.*, 2012). Já na fase pré-parasítica, o manejo das pastagens é uma alternativa, baseando-se na redução das populações de L3 à níveis mínimos, em pastos previamente contaminados, que garantam a sua inocuidade para os animais que serão novamente submetidos ao pastejo (BAILEY *et al.*, 2009).

A utilização da estratégia de manejo das pastagens depende, sobretudo, de conhecimentos acerca da transmissão dos NGIs para os animais a pasto. Para isso, faz-se necessário a obtenção de informações acerca do desenvolvimento, da dinâmica de migração e, por fim, sobrevivência das larvas. Cada uma delas pode ser obtida de diferentes formas: diretamente a partir de estudos a campo ou sob condições controladas, em laboratório.

Os estudos a campo integram os efeitos das condições ambientais e do clima em diferentes regiões com os dados de desenvolvimento, sobrevivência e/ou migração das larvas infectantes obtidos. Enquanto que os estudos em laboratório verificam os efeitos da temperatura, umidade ou mesmo da radiação solar sob condições controladas, testando-os de maneira conjunta ou isoladamente (BESIER *et al.*, 2016).

De forma geral, os estudos a campo compartilham da mesma metodologia para recriar as condições de contaminação no pasto. As fezes contaminadas com ovos de NGIs são depositadas em parcelas divididas do pasto e, posteriormente, recuperadas em períodos pré-definidos. Então, avalia-se o período de desenvolvimento, percentual de recuperação e período de sobrevivência larval, relacionando-os com as condições meteorológicas (FERNÁNDEZ-RUVALCABA *et al.*, 1994; FIEL *et al.*, 2012).

2.5 Desenvolvimento dos estádios larvais de vida livre sob influência de fatores abióticos

Diversos fatores ambientais influenciam o desenvolvimento dos estádios larvais L1, L2 e L3 que acontece durante a fase pré-parasítica dos NGIs. Os fatores ambientais distinguem-se entre abióticos, como temperatura, umidade, precipitação pluviométrica, incidência solar, composição do solo, e fatores bióticos, compreendendo-se em tipo de gramínea, ação destrutiva de fungos, artrópodes, pássaros ou animais silvestres (STROMBERG, 1997). No entanto, considera-se que a temperatura, precipitação pluviométrica e umidade são os principais fatores, sendo os demais atuando apenas como moduladores destes (O'CONNOR *et al.*, 2006).

2.5.1 Temperatura

A temperatura mínima para o desenvolvimento dos embriões nos ovos de NGIs foi verificada por Crofton (1963), sob condições controladas. As espécies *H. contortus* e *T. colubriformis* apresentaram temperatura mínima de 9°C, enquanto que a espécie *Teladorsagia (=Ostertagia) circumcincta* apresentou temperatura de 4°C. A principal justificativa encontrada para esta diferença fundamenta-se na concentração de lipídios presente nos ovos embrionados, que tem por função proteger o embrião da exposição ao frio e nutri-lo, sem que *T. circumcincta* possui cerca de 40% a mais de lipídios que *H. contortus* (JASMER *et al.*, 1986).

Com a eclosão da L1, o desenvolvimento dos estádios seguintes varia de acordo com a faixa de temperatura e tempo de exposição. Em todas as espécies de NGIs, verifica-se uma relação inversa entre a temperatura e a duração do desenvolvimento. Ou seja, quanto maior for a temperatura de exposição menor será o intervalo de duração entre os estádios, até o desenvolvimento da L3 (FIEL *et al.*, 2012).

Em condições ambientais, essa relação pode ser verificada pelas diferenças do clima de cada região e nas mudanças de estação do ano, numa mesma região. As médias mensais de temperaturas de regiões de clima tropical ou subtropical apresentam clara diferença com as de clima temperado.

De maneira geral, as temperaturas médias nas regiões tropicais oscilam entre 15–37°C, sendo observado o desenvolvimento contínuo das larvas ao longo do ano inteiro (ONYALI *et al.*, 1990; CHAUDARY *et al.*, 2008). Nestes locais, a obtenção de L3 pode ocorrer em períodos curtos, de quatro a cinco dias após a deposição dos ovos, para as espécies *H. contortus* e *T. colubriformis* (CHEAH e RAJAMANICKAM, 1997).

Nas regiões temperadas, com temperaturas médias inferiores a 20°C na maior parte do ano, períodos mais longos de desenvolvimento são observados, podendo levar de duas até oito semanas para *H. contortus* (GIBSON e EVERETT, 1976). Independente do clima, há consenso de que para maioria das espécies de NGIs, a exposição na faixa de temperatura entre 20–30°C não compromete o desenvolvimento larval (AMARADASA *et al.*, 2010).

Avaliando-se as diferenças de temperaturas médias nas estações do ano, é possível encontrar períodos em que as temperaturas se encontram em limiares mais altos ou mais baixos. Regiões semiáridas, por exemplo, possuem períodos

especialmente mais quentes e secos, com temperatura médias acima de 30°C, que praticamente inviabilizam o desenvolvimento das larvas (CHIEJINA *et al.*, 1989). No inverno em regiões de clima temperado, as temperaturas permanecem por longos períodos abaixo de 10°C, não havendo desenvolvimento larval neste período (REYNECKE *et al.*, 2011).

2.5.2 Precipitação pluviométrica

Além da temperatura, a precipitação pluviométrica também atua de forma preponderante no desenvolvimento larval. Neste processo, sua função primordial é umidificar o microambiente fecal e do solo, fornecendo água necessária para as transformações que ocorre nos ovos e larvas de vida livre (CRAIG, 2018).

Da mesma forma que a temperatura, a precipitação pluviométrica apresenta características diferenciadas de acordo com o clima da região. Nas regiões de clima tropical e subtropical, a precipitação pluviométrica apresenta um padrão de ocorrência sazonal, concentrando-se em maior volume durante o verão (O'CONNOR *et al.*, 2006). Nesses locais, o período mais quente e chuvoso favorece o desenvolvimento larval no pasto, obtendo-se maior quantidade de L3 que os períodos frios e secos (CHAUDARY *et al.*, 2008).

Apesar do volume de precipitação pluviométrica expressar um bom indicativo para a condição de umidade no ambiente, e consequente contaminação do pasto, não leva em conta as características de distribuição em relação ao tempo. Esta condição é especialmente importante em regiões tropicais, onde há um grande volume de precipitação pluviométrica num curto espaço de tempo, durante os períodos chuvosos, podendo rapidamente reduzir a contaminação no pasto (CARNEIRO e AMARANTE, 2008).

Para compreender essa relação, O'Connor *et al.* (2007) avaliou o desenvolvimento larval de *H. contortus* sob precipitação pluviométrica de 12, 24 e 32 mm, em dois cenários distintos de distribuição: num único dia e em três dias alternados, com 1/3 da quantidade para cada um deles. Em ambos os cenários, houve maior recuperação de L3 sob 32 mm de precipitação pluviométrica. Comparando-se os cenários, o percentual de recuperação de L3 com um único

evento foi significativamente maior (2,3%) que em eventos alternados 1,9%. Assim, evidenciou-se que a ocorrência de precipitação pluviométrica acima de 32 mm num único dia promove desenvolvimento de mais L3 que o mesmo volume distribuído ao longo dos dias.

2.5.3 Umidade

A umidade representa outro importante fator abiótico de influência no desenvolvimento larval. Este fator pode exercer seu efeito em diferentes condições de ambiente, seja ele no microambiente, a partir da umidade nas fezes e solo, ou no macroambiente, pelas variações de umidade relativa (U.R.) do ar (WANG *et al.*, 2014). Por isso, convence adotar diferentes níveis de avaliação, sejam elas sob condições controladas ou de campo.

Para se obter unicamente o percentual de umidade fecal ótima e mínima, que promovam, respectivamente, o desenvolvimento larval máximo e mínimo, Rossanigo e Gruner, 1995 compararam, sob temperatura constante de 23°C, tais variáveis nas diferentes espécies de NGIs. *H. contortus*, *T. colubriformis* e *T. circumcincta* apresentaram umidade fecal ótima em 70, 65 e 60%, respectivamente. Da mesma forma, a umidade fecal mínima encontrada foi de 39, 35 e 25%. Assim, verifica-se que *H. contortus* depende de mais umidade fecal para promover seu desenvolvimento adequado, quando comparado com as demais espécies.

Apesar da umidade do solo não ser crucial para o desenvolvimento das larvas, o fornecimento de umidade para as massas fecais pode favorecer o desenvolvimento das larvas. Isto foi verificado por Khadijah *et al.*, 2013, comparando o desenvolvimento de *H. contortus* e *T. colubriformis* sob três percentuais (0, 10 e 15%) de umidade do solo e precipitação pluviométrica simulada. Os percentuais de 10 e 15% de umidade do solo foram suficientes para promover o desenvolvimento larval, mesmo sem o fornecimento de precipitação pluviométrica.

Observada sob condições de campo, a U. R. do ar pode fornecer informações importantes sobre as características de umidade em um

determinado local e, conseqüentemente, as condições de desenvolvimento larval. Em região subtropical, a maior quantidade de L3 no pasto foi favorecida pelo aumento da U. R. do ar (CHAUDARY *et al.*, 2008). Este aumento também foi associado com a redução no tempo de desenvolvimento entre os estádios larvais de vida livre. De acordo com Fernández-Ruvalcaba *et al.* (1994), em região subtropical, onde a U. R. do ar máxima e mínima obtidas foram de 67 e 19,8%, respectivamente, o tempo de obtenção da L3 reduziu de 216h para 36h, pelo aumento progressivo da U. R. ao longo dos meses.

2.6 Migração e sobrevivência das larvas infectantes sob influência de fatores abióticos

Com o desenvolvimento da L3, a sua migração para as forragens e sobrevivência no ambiente também são influenciados pelos fatores abióticos. Inicialmente, a maior disponibilidade de água nas fezes úmidas facilita a saída das L3 para o solo e, posteriormente, para as forragens, enquanto que as fezes secas as retém (VAN DIJK e MORGAN, 2011). Apesar disso, a retenção da L3 nas fezes secas não causa necessariamente sua morte.

As fezes atuam como um reservatório, protegendo a L3 contra as condições ambientais adversas, podendo permanecer intactas por diversas semanas no pasto (CARNEIRO e AMARANTE, 2008). Além disso, a L3 é capaz de sobreviver nas fezes secas mesmo após longos períodos no ambiente. Como consequência, após a ocorrência de precipitação pluviométrica, precedida por um período de estiagem, há grande liberação de L3 no pasto, sendo comuns os relatos de surtos de infecção por *H. contortus* em rebanhos caprinos e ovinos (BESIER *et al.*, 2016).

Com saída da L3 das fezes, a sua estratégia de migração deve promover o máximo aproveitamento de suas reservas energéticas, em virtude da incapacidade de obtenção no ambiente. A presença da cutícula dupla proporciona maior proteção contra os efeitos do estresse térmico e conseqüente dessecação, porém acaba impedindo sua alimentação (ZAJAC, 2006). Desta forma, de acordo com o modelo comportamental proposto por Fenton e Rands

(2004), desenvolvido a partir dos *trade-offs* (expressão que define uma situação em que há conflito de escolha) entre a depleção de recursos energéticos e a taxa de encontro do hospedeiro, as larvas L3 de *H. contortus* adotam uma estratégia mista, ou seja, saem ativamente das fezes para o ambiente, onde possam encontrar uma gramínea e depois permanecem passivas, maximizando as probabilidades de serem ingeridas pelo hospedeiro.

A movimentação de busca ativa por uma forragem pode ser facilitada pela disponibilidade de uma fina camada de água, proveniente da precipitação pluviométrica ou mesmo do orvalho (O'CONNOR *et al.*, 2006). Além disso, temperaturas do solo mais elevadas (entre 19 a 42°C), bem como a maior incidência de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar acima de 68%, favorecem a migração de L3 (SANTOS *et al.*, 2012).

Ao chegar na forragem, a movimentação da L3 muda de sentido, do plano horizontal para o vertical. Neste momento, a presença de umidade na planta também favorece a migração vertical. No entanto, a contínua movimentação devido a umidade acaba por reduzir as suas reservas energéticas ao longo dos dias e conseqüentemente seu tempo de sobrevivência (SILVA *et al.*, 2008).

Uma importante característica da L3 é a sua capacidade de sintetizar glicogênio a partir de lipídios armazenados. Essa fonte de carboidrato pode prolongar as demandas por energia durante a migração. Outra vantagem é a utilização da via metabólica do ácido tricarboxílico (ou ciclo de Krebs), beneficiando-se da presença de oxigênio (O²⁺) no ambiente para aumentar a sua eficiência energética (HARDER, 2016).

Apesar das vantagens metabólicas, a L3 pode ter sua sobrevivência ainda mais reduzida pela exposição à luz solar. Isto porque a radiação ultravioleta (UV), proveniente da luz solar, apresenta a capacidade de provocar danos ao DNA das larvas expostas, reduzindo sua capacidade de reparação e por fim sua sobrevivência (HYUN *et al.*, 2008).

As estações do ano que possuem maior tempo de incidência solar, como verão e primavera, são mais propensas a reduzir a sobrevivência de espécies como *H. contortus*, *T. circumcincta* e *Nematodirus battus* (DIJK *et al.*, 2009). Não obstante, a composição de pastagens sombreadas pode modificar a atuação do efeito da radiação UV.

Em sistemas de criação silvipastoril, as condições de sombreamento são acentuadas devido a presença de árvores, que bloqueiam, em certa medida, a incidência solar no pasto. Quando comparado com o sistema convencional, onde o sombreamento é bastante reduzido, o sistema silvipastoril provocou aumento das contagens de OPG nos animais, indicando indiretamente maior capacidade em prolongar a sobrevivência dos parasitos neste sistema (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

2.7 Características da gramínea *Urochloa decumbens*

As pastagens cultivadas por gramíneas do gênero *Urochloa* sp. (= *Brachiaria*) são amplamente utilizadas para a produção de ruminantes em diversas partes do mundo. No Brasil, com aproximadamente 170 milhões de hectares de área de pastagem, as áreas cultivadas por *Urochloa* spp. abrangem cerca de 99 milhões de hectares, que representa 85% do total de área de pastagem (CORRÊA *et al.*, 2020).

A introdução de espécies e cultivares de *Urochloa* spp. tem sido um dos responsáveis pela maior produção pecuária no país, devido ao aumento da capacidade de lotação animal e produtividade em pastagens adubadas (VIEIRA *et al.*, 2005; MOREIRA *et al.*, 2011). Além disso, sua adaptação aos períodos concentrados de chuvas, característica do clima tropical, permite equilíbrio da produção forrageira ao longo do ano (COSTA *et al.*, 2006).

Urochloa decumbens, popularmente conhecido como capim-braquiária, destaca-se pela capacidade produtiva mesmo sob condições limitantes. Sua elevada produção de biomassa e resistência ao pastejo intenso une-se a excelente adaptação às mais diversas características de solo, incluindo aqueles de reduzida fertilidade, ácidos (com pH abaixo de 3,5) e até mesmo com elevada saturação de alumínio ionizado (Al^{3+}) (RAMOS *et al.*, 2012; SALGADO *et al.*, 2017).

A resistência às condições climáticas encontradas em regiões tropicais também favorece a adoção de *U. decumbens* nas pastagens. Quando comparado com a *U. brizantha*, o consumo voluntário de matéria seca e ganho

de *U. decumbens* foi maior durante o período seco (EUCLIDES *et al.*, 2000). Apesar disso, ambas as espécies possuem capacidade de suportar períodos de baixa quantidade de chuva, principalmente devido ao seu extenso sistema radicular (DE MATTOS *et al.*, 2005).

As condições de contaminação por NGIs no pasto também são afetadas pela espécie forrageira. Espécies forrageiras de crescimento cespitoso (como a *U. decumbens* e *Panicum maximum*), perpendicular ao solo, diferem daquelas de crescimento estolonífero, ou rasteiro (*Cynodon* sp.), devido a maior penetração dos raios solares. Além disso, o perfil de crescimento das estoloníferas facilita a migração das L3, expondo os animais a um maior risco de contaminação (ROBERTO *et al.*, 2018). Quando comparada entre diferentes espécies, *U. decumbens* apresentou menor recuperação larval durante o período seco que *Cynodon dactylon* (ROCHA *et al.*, 2014)

Sob o aspecto morfológico, a presença de tricomas, estrutura prolongada da epiderme, nas folhas e colmos da espécie *Urochloa* spp. também esteve associado a menor migração vertical de L3 nesta gramínea. No entanto, nenhuma diferença de recuperação foi encontrada quando comparada com a espécie *P. maximum*, que não possui essas estruturas (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo e dados meteorológicos

O estudo a campo foi conduzido durante os meses de maio de 2019 a março de 2020, em um piquete cercado com pasto pré-estabelecido de gramínea *Urochloa decumbens* cv. Australiana, medindo 3,5 m de largura por 20 m de comprimento. O pasto localiza-se em área delimitada da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (nas coordenadas 12°39'20.4" sul e 39°04'53.5" oeste), dentro da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas, Bahia. O clima do município é do tipo tropical monçônico (Ami), de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado por precipitação pluviométrica anual dez vezes maior que o mês mais seco, menor que 60 mm, e variação da temperatura média anual menor que 5 °C (SILVA *et al.*, 2016).

Mensalmente, foram coletados dados meteorológicos das variáveis: temperatura máxima, mínima e média (°C), precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) por meio do banco de dados da Estação Meteorológica Automática disponível no site do INMET, localizada na sede da Embrapa Mandioca e Fruticultura, que fica a uma distância de 2,36 km da área experimental. Foram incluídos, nos apêndices, tabelas detalhadas contendo os dados meteorológicos utilizados para cada variável e mês.

3.2 Animais do experimento

Dez caprinos mestiços, fêmeas, com idade entre seis e 18 meses, foram selecionados após a realização do diagnóstico clínico-laboratorial de infecção crônica natural por nematoides gastrintestinais. Os animais foram mantidos em baia isolada e submetidos a um regime de pastejo alternado, em três piquetes de *U. decumbens*, e ração balanceada, na quantidade de 100–200 g por animal,

com proporção de 7:1:1 de milho, soja e trigo, respectivamente, além de suplementação por composto de vitaminas, aminoácidos, probióticos e prebiótico, na dosagem de 2,5 g por animal.

Durante o experimento, os animais que desenvolveram sinais clínicos mais graves, principalmente em decorrência da infecção parasitária, foram isolados e devidamente tratados até a sua melhora clínica e término do período de carência dos anti-helmínticos, não sendo utilizados durante o período. O estudo foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, com o processo n° 23007.00030643/2018-26.

3.3 Coleta e processamento das amostras fecais

No início dos ensaios, amostras fecais foram coletadas diretamente da ampola retal dos animais e, posteriormente, pesadas e avaliadas individualmente no Laboratório de Parasitologia e Doenças Parasitárias do Hospital Universitário de Medicina Veterinária, situado na UFRB, para estimativa da carga parasitária. Utilizou-se a técnica de contagem de ovos por grama de fezes (OPG), seguindo a metodologia adaptada por Ueno e Gonçalves (1998), em microscopia de campo claro (sob aumento de 40×), para confirmar e quantificar a infecção por nematoides gastrintestinais.

Após a realização da avaliação parasitológica, retirou-se as amostras dos animais que tiveram contagem inferior a 300 OPG. Além disso, foi feita a seleção das amostras fecais quanto sua integridade morfológica, retirando-se aquelas que não apresentaram formato de sibalas intactas, no intuito de homogeneizá-las (SILVA *et al.*, 2008). Então, as amostras selecionadas foram reunidas em um *pool* fecal e armazenadas sob refrigeração a 4°C por até 48h.

Com o objetivo de identificar os gêneros de NGIs presentes nos animais, foram preparadas amostras de coprocultura, em duplicata, das amostras fecais em cada coleta realizada, de acordo com a técnica de Roberts e O'Sullivan (1950) adaptada. Estas amostras foram mantidas por sete dias em estufa climatizada tipo B.O.D. (*biological oxygen demand*) a 27°C e 80% de umidade.

3.4 Deposição, coleta e processamento das amostras obtidas a campo

As deposições ocorreram a cada mês, distinguindo-se de acordo com a distribuição sazonal da precipitação pluviométrica na região, entre período chuvoso e período seco. O período chuvoso compreendeu-se nos meses de junho, julho, agosto e setembro; o seco em outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. Antes das deposições, foram demarcados seis pontos, correspondentes às repetições do experimento, caracterizados por parcelas de gramínea, com área de 1 m². O arranjo de distribuição das repetições seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), totalizando 60 repetições ao final do experimento.

No dia inicial de deposição (D0), foram separadas e pesadas 40 sementes do *pool* fecal para cada repetição, armazenadas em recipientes, hermeticamente fechados, e transportadas à área experimental. As médias da pesagem de cada *pool* fecal foram multiplicadas por seus respectivos resultados de OPG para obtenção do número médio de ovos de NGIs inoculados nas parcelas de gramínea. As sementes foram então depositadas no centro da gramínea, realizando-se seguidamente o corte das hastes, em cada parcela, numa altura de 30 cm acima do solo.

Posteriormente, realizou-se coletas de amostras de fezes remanescente e gramínea em três momentos distintos: +7, +14 e +21 dias após o D0, exceto em janeiro, fevereiro e março, onde as coletas foram nos dias +7 e +14, devido à ausência de fezes remanescentes. Todas as coletas ocorrem a partir das 8h da manhã. Para as amostras de gramínea, dividiu-se as coletas em estratos inferior e superior, de 0–15 e >15 cm acima do nível do solo, respectivamente. Durante as coletas de fezes remanescentes, preconizou-se retirar somente uma quantidade suficiente para possibilitar novas coletas, ou seja, cinco sementes por período. As amostras foram acondicionadas, separadamente, em sacos plásticos e levadas para o laboratório, seguindo os procedimentos para recuperação larval pela técnica de *Baermann* modificada (UENO e GONÇALVES, 1998).

A técnica citada consiste na separação por gravitação das larvas L3 a partir de filtragem no aparelho de *Baermann*. Cada amostra, separadamente, foi envolvida em gaze e submersa em um funil contendo 200 ml de água morna, com temperatura inicial entre 40–50 °C, por 12 h. Uma gota de Tween 80® foi adicionada somente nas amostras de gramínea, com objetivo de facilitar o escoamento das larvas retidas (SILVA *et al.*, 2008). Finalizado o tempo de separação, o sedimento contido na porção final do funil foi transferido para um tubo graduado de fundo cônico de 15 ml e posteriormente centrifugado (Centribio, 80-2B, Brasil) a 2500 rpm por 5 min. Seguiu-se então a retirada do sobrenadante e manutenção de 2 ml no tubo sob refrigeração (4 °C) até a sua leitura. O conteúdo líquido restante do funil foi desprezado e as amostras filtradas foram acondicionadas sob refrigeração até a secagem. Esta etapa foi realizada em estufa, a 65 °C por 72 h, para se obter o peso de matéria seca (MS).

A identificação e quantificação das L3 foram realizadas em microscopia ótica de campo claro (Carl Zeiss MicroImaging, GmbH 37081, Gottingen, Alemanha) sob aumento de 40x, a partir da retirada, com pipeta graduada, de 100 µl do sedimento contido no tubo e posterior coloração com iodo Lugol em lâmina de vidro. Os gêneros das L3 das amostras de coprocultura foram identificados de acordo com descrição morfológica de Ueno e Gonçalves (1998), sob microscopia ótica de campo claro com aumento de 100x.

Os resultados da contagem larval das amostras foram expressos em número de L3/kg×MS, calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Contagem larval} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de L3 recuperadas}}{\text{kg de MS da amostra}}$$

3.5 Análise estatística

Por meio das planilhas obtidas no banco de dados do INMET, dos meses compreendidos entre o período chuvoso e seco, calculou-se a média aritmética mensal da temperatura máxima, média e mínima, e da umidade relativa do ar,

pelas aferições realizadas a cada hora. A precipitação pluviométrica mensal foi obtida pelo somatório de todas as medições realizadas durante o mês.

Para caracterização das amostras de fezes depositadas em cada mês, foi estimado o número de ovos de NGIs presentes em cada deposição, pela multiplicação da contagem de OPG obtida com a média de peso das amostras.

A dinâmica de migração larval foi avaliada pela análise de variância (ANOVA) a partir de modelo linear generalizado, com ajuste para distribuição de Poisson, sendo incluídos os resultados da contagem larval das amostras de fezes remanescentes, gramínea e seus estratos. O arranjo do modelo seguiu esquema fatorial, incluindo o fator coleta, com os níveis +7, +14 e +21 dias pós-deposição, e o fator estrato, nos níveis inferior (0–15 cm) e superior (>15 cm acima do nível do solo), realizando-se análise completa dos fatores e suas interações. Havendo diferença significativa num fator ou na interação, procedeu-se a comparação entre os níveis pelo teste Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

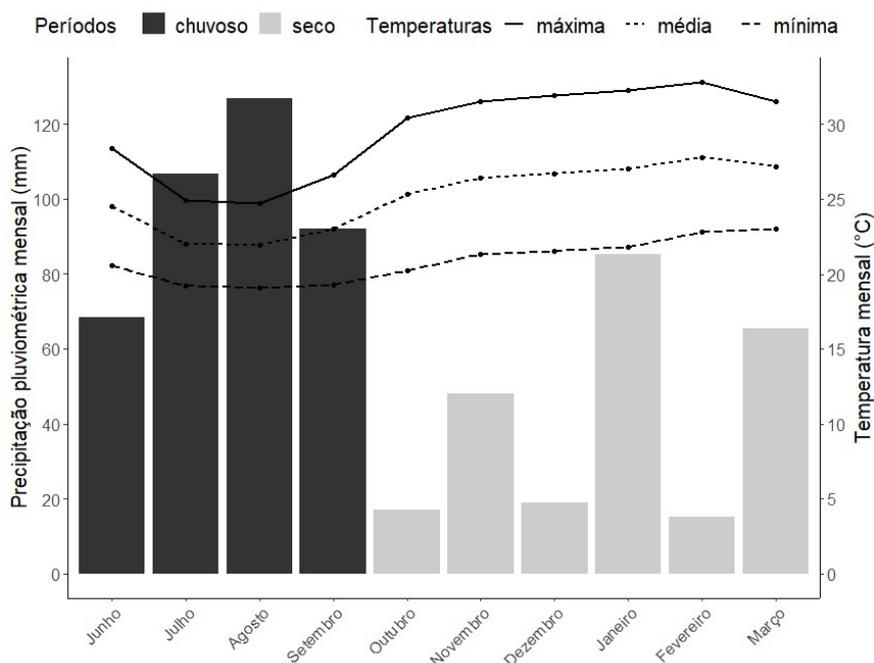
Antes da realização desse procedimento, optou-se pela transformação em logaritmo natural ($\ln[x] = y$) do resultado da contagem larval para cada amostra avaliada, como forma de estabilizar as variâncias (KRECEK e MAINGI, 2004). Quando a contagem larval foi igual a zero, adotou-se o mesmo procedimento descrito por (AMARADASA *et al.*, 2010) substituindo o valor 0 por uma constante 10, já que o logaritmo natural de zero é indefinido.

Um modelo de regressão linear multivariado foi testado para avaliar os efeitos da temperatura, precipitação pluviométrica e da umidade relativa do ar sob a contagem larval. Além disso, realizou-se o teste de correlação de Pearson para identificar a associação de cada variável com a contagem larval. Todos os cálculos e análises estatísticas foram realizados através do programa R-Project (*R Core Team*, versão 3.6.2).

4 RESULTADOS

A partir das aferições das variáveis meteorológicas, pode-se verificar diferenças na precipitação pluviométrica, temperatura máxima, média, mínima e umidade relativa do ar nos meses avaliados do período chuvoso e seco. Maiores volumes de precipitação pluviométrica foram observados na maior parte dos meses no período chuvoso quando comparado com os do período seco. No período chuvoso, o volume médio de precipitação pluviométrica foi de 98,5 mm, atingindo seu ponto máximo em agosto, com total de 126,9 mm, enquanto que o menor volume ocorreu em junho com 68,4 mm. (Figura 2).

Figura 2 Volume de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C) máxima, média e mínima mensais no período chuvoso, entre os meses de junho a setembro de 2019, e período seco, entre outubro a março de 2020, no município de Cruz das Almas, Bahia

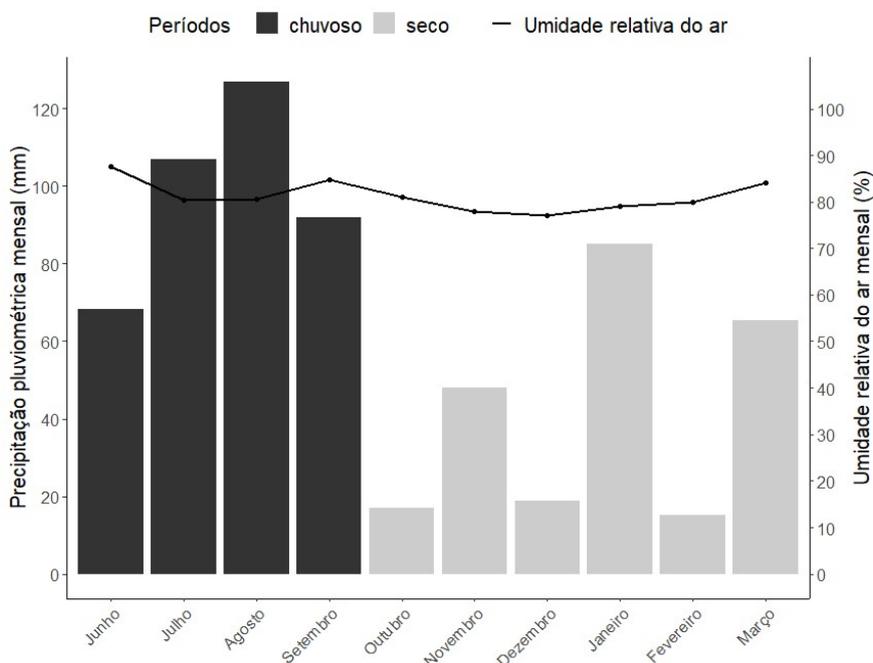


No período seco, observou-se que nos meses de outubro, dezembro e fevereiro, o volume de precipitação pluviométrica foi abaixo de 20 mm, com 17, 18,8 e 15,2 mm, respectivamente. Apesar disso, os meses de janeiro e março apresentaram volume acima da média do período (\bar{x} = 41,6 mm), com 85,2 e 65,4 mm, respectivamente.

Inversamente aos resultados da precipitação pluviométrica, o período seco obteve maiores médias de temperatura tiveram que o período chuvoso. Em todos os meses do período seco, as temperaturas médias, que oscilaram de 25,3 a 27,8 °C, estiveram acima das médias do período chuvoso, de 21,9, no mês de agosto, até 24,5 °C, em junho. A temperatura máxima atingiu seu pico no mês de fevereiro, com 32,8°C, enquanto que a temperatura mínima mais baixa encontrada foi em agosto, de 19,1 °C.

Sobre as variações da umidade relativa do ar entre os períodos, verificou-se que em todos os meses do período chuvoso, as médias mensais permaneceram acima de 80%, especialmente em junho, onde foi encontrada a maior média de precipitação, com 87,7%. A menor média de precipitação ocorreu em julho, atingindo 80,3 %. O mês de dezembro foi o mais seco encontrado, apresentando uma média de 77%, enquanto que outubro o menos, com 81% (Figura 3).

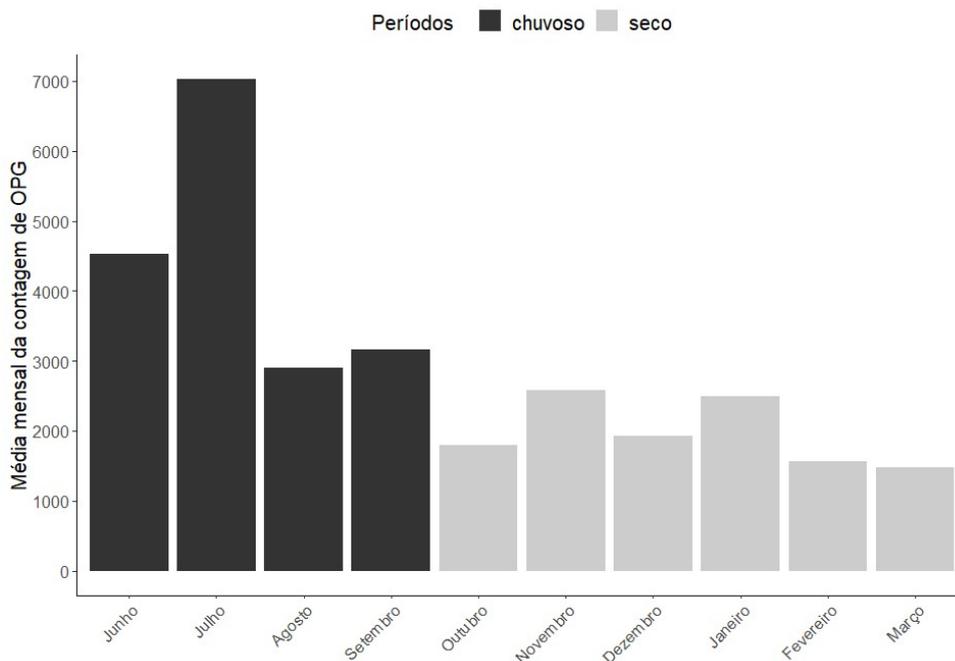
Figura 3 Volume de precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) mensais no período chuvoso, entre os meses de junho a setembro de 2019, e período seco, entre outubro a março de 2020, no município de Cruz das Almas, Bahia



Na avaliação dos resultados da contagem de OPG do *pool* fecal, verificou-se maiores médias mensais no período chuvoso em comparação ao período seco. Durante o período chuvoso, os meses de junho e julho apresentaram

médias acima da média total (\bar{x} = 2947,9 OPG), obtendo-se, respectivamente, 4531 e 7025 OPG. As menores médias de OPG foram verificadas nos meses de fevereiro, com 1566 OPG, e março, 1480 OPG (Figura 4).

Figura 4 Médias mensais da contagem de OPG no *pool* fecal, composto por amostras de fezes de caprinos naturalmente infectados por nematoides gastrintestinais durante o período chuvoso, nos meses de junho a setembro de 2019, e período seco, de outubro a março de 2020



Conjuntamente com as médias do peso em cada *pool* fecal depositado, encontrado a partir da pesagem das amostras depositadas a cada mês, foi estimado a média do número de ovos presentes em cada parcela de gramínea na área experimental. A média total de peso do *pool* fecal obtida foi de 16,6 g. Maior média de peso foi depositada no *pool* fecal de novembro (26,3 g) e a menor foi depositada em fevereiro (10,2 g). Dos resultados da média de ovos inoculados, estimou-se que no mês de julho, a deposição média realizada foi a maior do que nos demais meses, chegando a 103,9 ($\times 10^3$) ovos de NGIs. A menor média foi estimada para fevereiro, com 15,9 ($\times 10^3$) ovos (Tabela 1).

Tabela 1 Distribuição do número de ovos de nematoides gastrintestinais obtidos a partir da média (\pm desvio padrão) de OPG e peso do *pool* fecal, de caprinos naturalmente infectados, inoculados em parcelas de pastagem composta por gramínea *Urochloa decumbens* nos meses de junho de 2019 a março de 2020

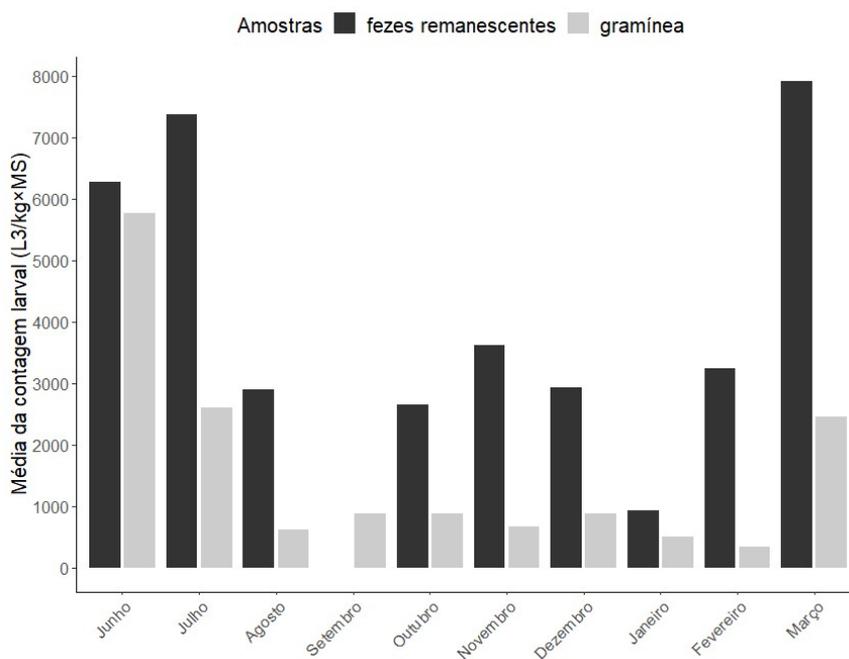
Meses	Média de OPG	Média de peso (g)	Média de ovos ($\times 10^3$)
-------	--------------	-------------------	---------------------------------

Junho	4531 (\pm 2623)	13,3 (\pm 0,94)	60,2
Julho	7025 (\pm 3991)	14,8 (\pm 0,56)	103,9
Agosto	2900 (\pm 1906)	18 (\pm 0,43)	52,2
Setembro	3157 (\pm 2225)	14,4 (\pm 0,64)	45,4
Outubro	1800 (\pm 912)	12,3 (\pm 0,58)	22,1
Novembro	2587 (\pm 1177)	26,3 (\pm 1,07)	68,0
Dezembro	1933 (\pm 1925)	24,8 (\pm 0,91)	47,9
Janeiro	2500 (\pm 1350)	15,3 (\pm 0,46)	38,2
Fevereiro	1566 (\pm 665)	10,2 (\pm 0,29)	15,9
Março	1480 (\pm 856)	16,7 (\pm 0,57)	24,7
Média total	2947,9 (\pm 1609,9)	16,6 (\pm 4,9)	47,8 (\pm 24,5)

O valor do número de ovos em cada mês foi calculado pela multiplicação entre a média de OPG e peso do *pool* fecal. Para melhor visualização dos números de ovos, dividiu-se o seu valor por 1000 (ou 10^3).

Os resultados das médias mensais da contagem larval nas amostras de fezes remanescentes e gramínea evidenciaram um predomínio de L3 nas fezes remanescentes em ambos os períodos. Nestas amostras, a maior média mensal foi verificada em março, período seco, onde a contagem atingiu 7914,2 L3/kg×MS. No período chuvoso, a maior média mensal nas fezes ocorreu em julho, apresentando 7376,1 L3/kg×MS. Para as amostras de gramínea, maior média mensal foi encontrada em junho, período chuvoso, com 5771 L3/kg×MS, e a menor em fevereiro, apresentando apenas 337 L3/kg×MS (Figura 5).

Figura 5 Médias da contagem larval mensal (L3/kg×MS) nas amostras de fezes remanescentes e gramínea *Urochloa decumbens* durante o período chuvoso, compreendido entre os meses de junho a setembro de 2019, e período seco, entre outubro a março de 2020



Na comparação da contagem larval entre as amostras em cada mês, durante o período chuvoso, verificou-se maior contagem larval nas amostras de fezes remanescente que nas de gramínea nos meses de julho e agosto ($p < 0,05$). Quando avaliados as diferenças entre as coletas, verificou-se que em julho, as coletas +7 e +14 dias pós-deposição mantiveram uma contagem larval elevada, somente sendo observado redução na coleta +21 ($p < 0,05$). Em agosto, a contagem larval na coleta +7 foi significativamente menor que nas coletas +14 e +21 dias pós-deposição (Tabela 2).

Tabela 2 Média (\pm desvio padrão) da contagem larval (L3/kg \times MS) das amostras de fezes remanescente e gramínea *Urochloa decumbens*, nas coletas +7, +14 e +21 dias pós-deposição do período chuvoso, com duração de junho a setembro de 2019

Meses	Coletas*	Fezes remanescentes	Gramínea
Junho	+7	7499,9 (\pm 1895,8)	8245,4 (\pm 5604,4)
	+14	6497,1 (\pm 565,0)	6767,9 (\pm 2752,7)
	+21 a	4823,4 (\pm 2401,9)	2299,7 (\pm 1669,3)
Julho	+7	8219 (\pm 3629,8) a	5074,7 (\pm 4393,1)
	+14	9692,4 (\pm 14058,7)	1497,3 (\pm 1420,6)
	+21 a	4217 (\pm 0)	1218,8 (\pm 924,9)
Agosto	+7 a	1810 (\pm 1297,1) a	921,3 (\pm 621,1)
	+14	3093 (\pm 0)	280,8 (\pm 435,8)
	+21	3797 (\pm 0)	648,8 (\pm 684,3)
Setembro	+7	0	870,9 (\pm 1105,2) a
	+14	0	341,5 (\pm 836,5)
	+21	0	1440,2 (\pm 1669)
Média total		4137,4 (\pm 3199,5)	2467,2 (\pm 2578,8)

*: +7, +14 e +21 indicam respectivamente as coletas 7, 14 e 21 dias pós-deposição, a partir do dia de deposição (D0)
a: indica diferença significativa ($p < 0,05$) entre as coletas e amostras no mês avaliado

Uma exceção foi observada em setembro, onde não foi observada qualquer presença de larva infectante nas amostras de fezes remanescentes em todas as coletas realizadas. Neste mês, a média mensal da contagem larval na gramínea foi de 884,2 L3/kg \times MS ($p < 0,05$).

No período seco, as amostras de fezes remanescentes tiveram maior contagem larval que as de gramínea nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro ($p < 0,05$). Observando-se as diferenças entre as coletas, no mês de outubro a redução na contagem larval ocorreu na coleta +21,

enquanto que em novembro esta redução foi mais precoce, na coleta +14 dias pós-deposição ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3 Média (\pm desvio padrão) da contagem larval (L3/kg \times MS) das amostras de fezes remanescente e gramínea *Urochloa decumbens*, nas coletas +7, +14 e +21 dias pós-deposição do período seco, com duração de outubro de 2019 a março de 2020

Meses	Coletas*	Fezes remanescentes	Gramínea
Outubro	+7	3214,3 (\pm 2188,7) a	2099,8 (\pm 3397,4)
	+14	2083 (\pm 0)	251,8 (\pm 616,8)
	+21 a	0 (\pm 0)	302 (\pm 739,7)
Novembro	+7	6734,5 (\pm 1710,2) a	856,3 (\pm 1484,6)
	+14 a	0 (\pm 0)	0 (\pm 0)
	+21	512,5 (\pm 415)	290,1 (\pm 355,3)
Dezembro	+7	3896 (\pm 0) a	240,8 (\pm 373,2)
	+14	1437 (\pm 1548,5)	777,3 (\pm 780,4)
	+21	3435,9 (\pm 4003,4)	1635,2 (\pm 1824,2)
Janeiro	+7	0 (\pm 0) a	0 (\pm 0)
	+14 a	1861,5 (\pm 1369,6)	987,8 (\pm 1371,3)
Fevereiro	+7	0 (\pm 0) a	0 (\pm 0)
	+14 a	6468 (\pm 10410,3)	674 (\pm 763,3)
Março	+7	7495,5 (\pm 4905)	3403,9 (\pm 2867,3)
	+14	8333 (\pm 0)	1490,6 (\pm 1201,4)
Média total		3031,4 (\pm 2856,7)	867,3 (\pm 919,1)

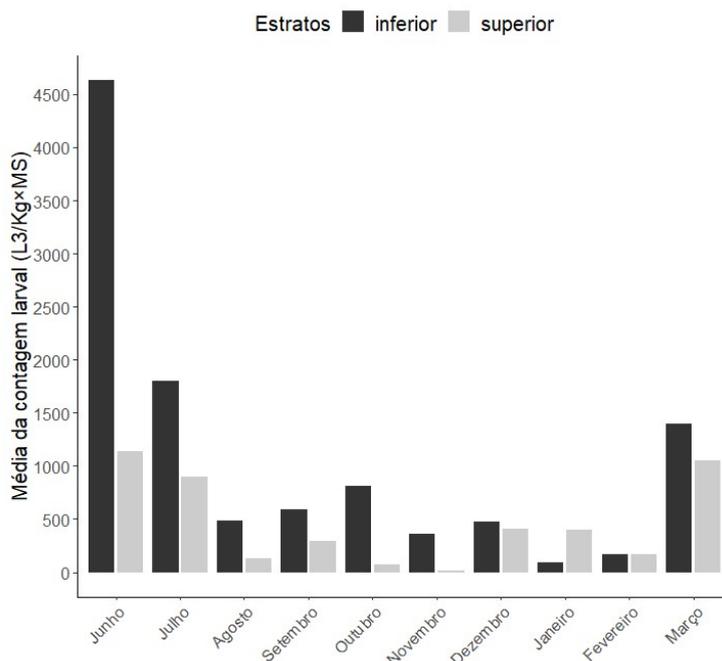
*: +7, +14 e +21 indicam respectivamente as coletas 7, 14 e 21 dias pós-deposição, a partir do dia de deposição (D0)
a: indica diferença significativa ($p < 0,05$) entre as coletas e amostras no mês avaliado

Nos meses janeiro e fevereiro, em ambas as amostras, a contagem larval somente obteve algum resultado na coleta +14. Em março as médias da contagem larval foram semelhantes em ambas as amostras e coletas.

Os resultados da migração vertical basearam-se na contagem larval dos estratos inferior (0–15 cm) e superior (>15 cm) obtidas pelas amostras de gramínea. Verificou-se que na maioria dos meses, a contagem no estrato inferior foi maior que a do superior. O mês de junho obteve maior contagem no estrato inferior que os demais meses, com 4631,4 L3/kg \times MS ($p < 0,05$) (Figura 6).

Figura 6 Média da contagem larval (L3/kg \times MS) mensal nos estratos inferior (0–15 cm) e superior (>15 cm) de gramínea *Urochloa decumbens*, no período

chuvoso, com duração de junho a setembro de 2019, e seco, de outubro a março de 2020



Apesar do estrato superior ter obtido maior contagem larval que o estrato inferior em janeiro, com respectivamente 403,5 e 90,3 L3/kg×MS, esta diferença não foi significativa. A diferença na contagem larval entre as coletas, durante o período chuvoso, somente foi evidenciada no mês de julho, onde a contagem foi menor a partir da coleta +14 ($p < 0,05$). Nos demais meses deste período, nenhuma diferença foi evidenciada entre as coletas (Tabela 4).

Tabela 4 Média (\pm desvio padrão) da contagem larval e total (L3/kg×MS) obtidas no estrato inferior (de 0–15 cm) e superior (>15 cm) em amostras de gramínea *Urochloa decumbens*, durante as coletas +7, +14 e +21 dias pós-deposição no período chuvoso entre os meses de junho a setembro de 2019

Meses	Coletas*	Estrato inferior	Estrato superior
Junho	+7	7247,1 (\pm 5615,1) a	998,3 (\pm 1349,7)
	+14	5269,1 (\pm 2199,2)	1498,7 (\pm 2069,6)
	+21	1378 (\pm 1212)	920 (\pm 822,5)
Julho	+7 a	4008,4 (\pm 4410)	1066,2 (\pm 730,8)
	+14	462,9 (\pm 1134)	1032,7 (\pm 1373,2)
	+21	308,9 (\pm 1102,5)	97,3 (\pm 238,3)
Agosto	+7	695,8 (\pm 793,5)	225,5 (\pm 364,4)
	+14	280,8 (\pm 435,8)	0 (\pm 0)
	+21	480,3 (\pm 659,9)	168,4 (\pm 262)
Setembro	+7	578,5 (\pm 646,1)	292,3 (\pm 716,2)
	+14	341,5 (\pm 836,5)	0 (\pm 0)
	+21	852,9 (\pm 1361)	587,2 (\pm 674,2)

Média total	1825,3 (± 2346,1)	573,8 (± 509,8)
--------------------	-------------------	-----------------

*: +7, +14 e +21 indicam respectivamente as coletas 7, 14 e 21 dias pós-deposição, a partir do dia de deposição (D0)
a: indica diferença significativa (p<0,05) entre as coletas e amostras no mês avaliado

No período seco, diferenças na contagem larval entre os estratos foram encontrada nos meses de outubro e novembro, onde o estrato inferior também apresentou maior média do que o superior (p<0,05). Além disso, em novembro houve redução significativa da contagem larval a partir da coleta +14. Nos meses de janeiro e fevereiro, a contagem larval nos estratos somente se iniciou na coleta +14, não havendo qualquer recuperação na coleta +7 dias pós-deposição (p<0,05) (Tabela 5).

Tabela 5 Média (± desvio padrão) da contagem larval e total (L3/kg×MS) obtidas no estrato inferior (de 0–15 cm) e superior (>15 cm) em amostras de gramínea *Urochloa decumbens*, durante as coletas +7, +14 e +21 dias pós-deposição no período seco entre os meses de outubro de 2019 a março de 2020

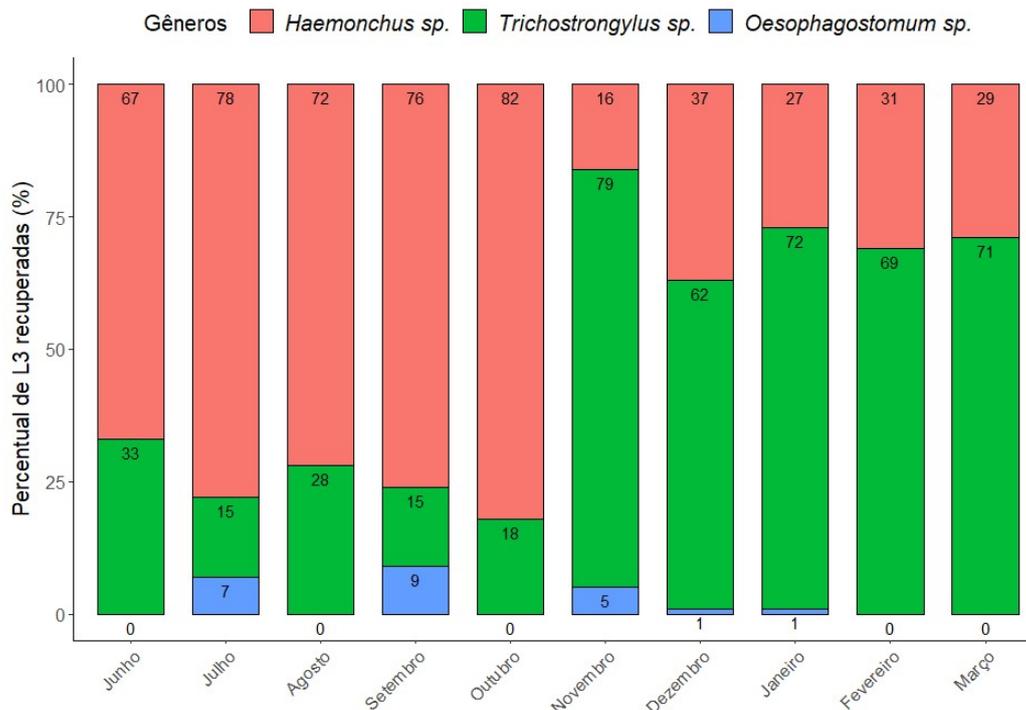
Mês	Coleta*	Estrato inferior	Estrato superior
Outubro	+7	2099,7 (± 3397,4) a	0 (± 0)
	+14	108,1 (± 264,9)	143,6 (± 351,9)
	+21	220,3 (± 539,7)	81,6 (± 200)
Novembro	+7	856,3 (± 1484,6) a	0 (± 0)
	+14 a	0 (± 0)	0 (± 0)
	+21	237 (± 373,5)	53,1 (± 130,2)
Dezembro	+7	240,8 (± 373,2)	0 (± 0)
	+14	261,8 (± 408,5)	515,5 (± 875,2)
	+21	919,9 (± 870,3)	715,3 (± 1084)
Janeiro	+7	0 (± 0)	0 (± 0)
	+14 a	180,7 (± 282,2)	807,1 (± 1466,6)
Fevereiro	+7	0 (± 0)	0 (± 0)
	+14 a	338,7 (± 651,2)	335,2 (± 433)
Março	+7	1518 (± 2088,4)	1885,8 (± 2480,4)
	+14	1267,8 (± 1336,6)	222,8 (± 365,4)
Média total		549,9 (± 641)	317,3 (± 511,7)

*: +7, +14 e +21 indicam respectivamente as coletas 7, 14 e 21 dias pós-deposição, a partir do dia de deposição (D0)
a: indica diferença significativa (p<0,05) entre as coletas e amostras no mês avaliado

Quanto aos resultados da coprocultura, o gênero *Haemonchus* sp. obteve maior percentual de recuperação em todos os meses do período chuvoso. Maior percentual foi encontrado em outubro, com 82% de L3 recuperadas para o gênero. A partir de novembro, o gênero *Trichostrongylus* sp. foi predominante em todo período seco, apresentando 79% de recuperação neste mês. O gênero

Oesophagostomum sp. apresentou reduzida recuperação em comparação aos demais gêneros durante todo o estudo (Figura 7).

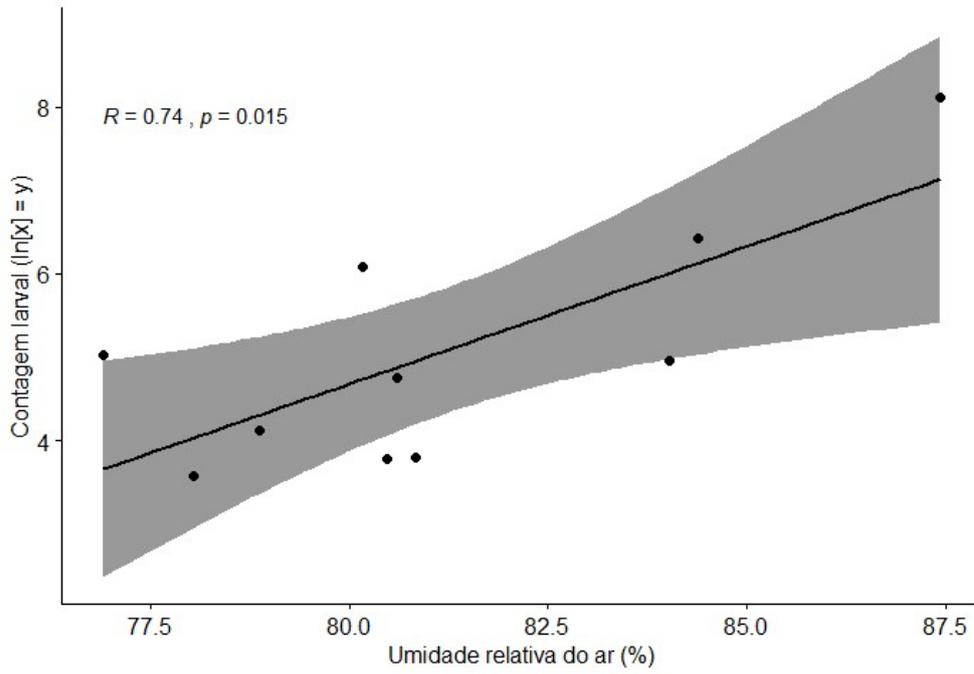
Figura 7 Percentual de larvas infectantes recuperadas nas amostras de fezes submetidas à coprocultura dos gêneros *Haemonchus* sp., *Trichostrongylus* sp. e *Oesophagostomum* sp. no período chuvoso, com duração de junho a setembro de 2019, e período seca, de outubro a março de 2020



Quanto a análise de regressão multivariada entre as variáveis climáticas e a contagem larval, não se verificou relação significativa no modelo proposto. Realizada a análise de correlação em cada variável climática, verificou-se correlação positiva ($R=0,74$) entre a umidade relativa do ar e contagem larval. As demais variáveis climáticas não apresentaram correlação com a contagem larval (Figura 8).

Figura 8 Correlação positiva entre a contagem larval ($\ln[x]=y$) e a umidade relativa do ar (%) calculada pelo teste de correlação de Pearson a partir das

médias da contagem larval nas amostras de fezes remanescentes e gramínea do período chuvoso e seco



5 DISCUSSÃO

A dinâmica migratória de populações de NGIs foi avaliada a campo, sendo identificada influência das condições meteorológicas após a contagem larval em amostras coletadas durante o período chuvoso e seco. Nesse estudo, verificou-se diferenças na contagem de OPG e larval, em amostras de fezes remanescentes, gramínea e seus estratos: inferior (0–15 cm) e superior (>15 cm), entre os meses avaliados e, comparativamente, entre as coletas realizadas.

Quanto o efeito da precipitação pluviométrica, o maior volume encontrado durante o período chuvoso (394,2 mm) em comparação com o seco (249,6 mm) favoreceu maior contagem de OPG no *pool* fecal do período chuvoso (OPG = 4403,2) que a do período seco (OPG = 1977,3). O aumento na contagem de OPG em animais sob pastejo vem sendo correlacionada com a chegada dos períodos chuvosos ao longo dos anos (SISSAY *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2020). Em decorrência disso, haverá uma maior liberação de fezes contaminadas por ovos de NGIs no pasto, elevando o risco de exposição dos animais susceptíveis às populações de L3 nesses períodos.

Diferença também foi encontrada na média total da contagem larval em amostra de gramínea entre o período chuvoso e seco, com 2467,2 e 867,3 L3/kg×MS, respectivamente. Este achado é corroborado a partir de estudo realizado por Amaradasa *et al.* (2010), onde houve uma correlação positiva entre a precipitação pluviométrica e o aumento da contagem larval na gramínea. A precipitação pluviométrica é uma variável meteorológica associada ao aumento da umidade fecal sob condições ambientais, que favorece a saída das L3 contidas nas fezes e migração para a gramínea (VAN DIJK e MORGAN, 2011).

Quando comparadas as amostras de gramínea e de fezes remanescentes no período chuvoso, verificou-se maior contagem larval nas fezes nos meses de julho e agosto ($p < 0,05$). Além de atuar como um reservatório durante o desenvolvimento das larvas de vida livre, as fezes contém certa concentração de umidade, que promove um microambiente favorável à sobrevivência e protege contra elevadas temperaturas (KNAPP-LAWITZKE *et al.*, 2016). No entanto, nenhuma L3 foi encontrada nas amostras de fezes remanescentes no mês de setembro, somente sendo verificada nas de gramínea. Diferentemente

dos demais meses do período chuvoso, onde a precipitação foi distribuída ao longo dos dias, neste mês houve um volume de precipitação pluviométrica acumulou-se em 35 mm até o dia +3 pós-deposição. Sugere-se desta forma que uma baixa contagem larval em amostras de fezes pode ser consequência da liberação em massa das L3 no ambiente, sob condições de elevada precipitação num curto espaço de tempo, exaurindo maior parte das populações nessas amostras.

Essa condição também pode favorecer a redução na contagem larval na gramínea. Em estudo realizado por Santos *et al.* (2012), a precipitação acumulada de 68 mm, no 6° e 7° dia pós-deposição, reduziu a concentração de L3 em gramínea *U. decumbens*. Condição semelhante foi verificada em agosto, onde o volume de precipitação concentrou-se antes da realização da coleta +7, com 33,6 mm, havendo menor contagem de L3 na gramínea entre todos os meses do período chuvoso ($p < 0,05$). As ocorrências de chuvas torrenciais podem causar o escoamento das larvas infectantes de *H. contortus* ou promover grande concentração de umidade no solo, influenciando negativamente o desenvolvimento e migração para as gramíneas (CARNEIRO e AMARANTE, 2008).

Com a chegada do período seco e conseqüentemente menor volume de precipitação pluviométrica, a migração larval reduziu significativamente das fezes remanescentes para a gramínea. Isto foi verificado nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro pela menor contagem larval nas amostras de fezes em comparação com a gramínea. Este achado é comparado com os resultados do estudo realizado por Silva *et al.* (2008), no qual a maioria das L3 permanece nas fezes durante o período seco. Neste período, a capacidade de manutenção das L3 nas fezes está associada ao endurecimento da superfície fecal devido às temperaturas mais elevadas, impossibilitando a saída das larvas (ALMEIDA *et al.*, 2005).

Na comparação entre às diferenças entre as coletas, verificou-se que no mês de outubro a contagem larval permaneceu elevada até a coleta +14, enquanto que em novembro a redução ocorreu logo após a coleta +7, constando-se baixa contagem na coleta +14 dias pós-deposição ($p < 0,05$). Uma justificativa plausível pode ser dada a partir da verificação, novamente, da distribuição da precipitação pluviométrica. Em outubro, os maiores volumes de precipitação

encontraram-se na primeira semana pós-deposição, com 9,6 mm até a coleta +7. Somente 0,2 mm foi registrada na mesma semana de novembro, não sendo registrada qualquer ocorrência de precipitação na maior parte do mês.

Nos meses de janeiro e fevereiro, as fezes remanescentes abrigaram os estágios larvais L3 por pelo menos duas semanas após as suas deposições no pasto. Apesar de não ser constatada a presença de L3 nestas amostras na coleta +7, a contagem larval foi realizada na segunda coleta (+14 dias pós-deposição). Assim, o reduzido volume de precipitação, anteriormente observado na primeira semana de coleta, pode ter retardado o desenvolvimento dos estágios larvais. De acordo com Rocha *et al.*, 2014, ovos embrionados podem se tornar quiescentes em condições ambientais desfavoráveis, retomando seu desenvolvimento após a ocorrência de precipitação pluviométrica para o estágio L3.

Com relação à análise do efeito dos fatores estrato e dia de coleta na migração vertical sob gramínea *U. decumbens*, verificou-se para o estrato uma maior contagem larval no estrato inferior (0–15 cm) nos meses de junho, outubro e novembro ($p < 0,05$). Em estudo realizado por Rocha *et al.*, 2012, o estrato inferior (0–5 cm) também apresentou significativamente maior contagem larval até a 16ª semana pós-deposição, quando comparado com o estrato superior (≥ 30 cm), sob gramínea *U. decumbens*. De acordo com Sciacca *et al.*, 2002, o comportamento de migração vertical da L3 de *H. contortus*, diferente de outras espécies de nematoides, possui maior correlação com suas condições biológicas, buscando ambientes de maior umidade, em detrimento ao geotropismo negativo.

Outra condição importante para se prever a localização no estrato é a faixa de temperatura na qual as L3 são expostas. Em determinadas regiões do Brasil, o verão apresenta médias de temperatura e precipitação mais elevadas que o inverno. Neste período a maior parte das L3 encontraram-se no estrato superior de gramínea *U. decumbens* (SILVA *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2012). No presente estudo, o período chuvoso coincidiu com o período de menores médias de temperatura (inverno), o que pode ter retardado a velocidade de migração vertical para o estrato superior.

A respeito do efeito do fator dia, verificou-se que no período chuvoso houve uma redução significativa na contagem larval após a coleta do dia +7 em

ambos os estratos no mês de julho. Neste mês, os dias que antecederam a coleta +14 foram acompanhados de baixa precipitação pluviométrica (3,4 mm) e dias sem nenhuma ocorrência de precipitação. Além disso, no dia imediatamente anterior à coleta +14, a umidade relativa do ar foi de 66%, sendo a mais baixa em todo o período chuvoso. Apesar da precipitação ser essencial para que haja migração na superfície da gramínea, o orvalho também possui capacidade de promover este movimento. Todavia, a baixa umidade relativa do ar registrada pode ter ocasionado a ausência de orvalho no ambiente neste período.

O período seco também apresentou diferenças para o efeito do fator dia. No mês de novembro, a coleta +14 apresentou redução significativa em comparação à coleta +7. Enquanto que nos meses de janeiro e fevereiro, a coleta +14 apresentou significativamente maior contagem larval que a +7 dias pós-deposição. Em novembro, a baixa umidade relativa do ar e volume de precipitação (0,2 mm) pode ter exaurido a migração das L3 para a gramínea após a 1ª semana pós-deposição. Esta condição inverteu-se em janeiro e fevereiro, onde a ocorrência de precipitação de 6,2 e 15,2 mm promoveram o aumento da umidade relativa, permitindo a manutenção de um microambiente adequado para a migração para a gramínea.

Em nenhum dos períodos a interação entre os fatores foi significativa. A análise de regressão multivariada também não foi significativa, traduzindo-se que a composição conjunta das variáveis ambientais não coincidiu com a contagem larval. Este resultado é compartilhado por Amaradasa *et al.*, 2010, que também não encontrou regressão significativa. Entretanto, na análise de correlação, a correlação positiva encontrada para a umidade relativa do ar e contagem larval demonstra que o efeito desta variável pode prever o nível de infecção do pasto.

Por fim, os resultados da coprocultura demonstraram uma inversão da prevalência, nas estações avaliadas, entre os gêneros *Haemonchus* sp. e *Trichostrongylus* sp. Durante a estação chuvosa, a maior proporção de larvas infectantes recuperadas de *Haemonchus* sp. indica o potencial saída das massas fecais para a gramínea, devido a maior umidade presente. Essa relação inverteu-se na estação seca, quando a precipitação passa a ser fator limitante, prevalecendo as larvas de *Trichostrongylus* sp. Assim, possivelmente houve uma migração prolongada para o gênero. Em estudo realizado por Khadijah et

al. (2013) ocorreu recuperação significativamente maior para a espécie *T. columbriformis* que *H. contortus*, após 14 dias de deposição. De acordo com os autores, as larvas infectantes de *H. contortus* saem rapidamente das massas fecais após o seu desenvolvimento.

6 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados permitem concluir que a migração de larvas infectantes de NGIs para a gramínea *U. decumbens*, sob condições climáticas do Recôncavo baiano, é acentuada no período chuvoso do ano. Além disso, a umidade relativa do ar pode ser utilizada como variável meteorológica para prever o risco de contaminação. Assim, indica-se que durante este período a inserção dos animais no pasto deva ser acompanhada por medidas profiláticas adequadas, para que se atenuem os riscos de infecções severas. Além disso, maior atenção deve ser dada aos primeiros sinais clínicos nos animais, visto a provável maior presença de larvas infectantes de *Haemonchus* sp. e sua elevada patogenicidade. De forma inversa, durante o período seco o risco de contaminação se atenua, em virtude da baixa contaminação do pasto, podendo ser adotado um manejo menos intenso do pasto na região do Recôncavo da Bahia. A reduzida migração da L3 para estratos superiores, nesta gramínea, pode ter sido em resposta a baixa temperatura durante o período chuvoso, acumulando-se no estrato inferior mesmo sob elevada umidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHID, S.M.M.; CAVALCANTE, M.D.A.; BEZERRA, A.C.D.S.; SOARES, H.S.; PEREIRA, R.H.M.A. 2007. Eficácia anti-helmíntica em rebanho caprino no Estado de Alagoas, Brasil. **Acta Veterinaria Brasileira** 1(2):56–59. <https://doi.org/10.21708/avb.2007.1.2.281>
- ALMEIDA, L.R.; CASTRO, A.A.; SILVA, F.M. 2005. Desenvolvimento, sobrevivência e distribuição de larvas infectantes de nematóides gastrintestinais de ruminantes, na estação seca da Baixada fluminense. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 94:89–94.
- AMARADASA, B.S.; LANE, R.A.; MANAGE, A. 2010. Vertical migration of *Haemonchus contortus* infective larvae on *Cynodon dactylon* and *Paspalum notatum* pastures in response to climatic conditions. **Veterinary Parasitology** 170(1–2):78–87. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.01.026>
- BAILEY, J.N.; WALKDEN-BROWN, S.W.; KAHN, L.P. 2009. Comparison of strategies to provide lambing paddocks of low gastro-intestinal nematode infectivity in a summer rainfall region of Australia. **Veterinary Parasitology** 161(3–4):218–231. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.01.016>
- BESIER, R.B.; KAHN, L.P.; SARGISON, N.D.; VAN WYK, J.A. 2016. **The pathophysiology, ecology and epidemiology of *Haemonchus contortus* infection in small ruminants**. In: Advances in Parasitology, volume 93. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.022>
- BORGES, S.L.; OLIVEIRA, A.A.; MENDONÇA, L.R.; LAMBERT, S.M.; VIANA, J.M.; NISHI, S.M.; JULIÃO, F.D.S.; ALMEIDA, M.A.O. 2015. Resistência anti-helmíntica em rebanhos caprinos nos biomas Caatinga e Mata Atlântica. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 35(7):643–648. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2015000700007>
- CARDIA, D.F.F.; ROCHA-OLIVEIRA, R.A.; TSUNEMI, M.H.; AMARANTE, A.F.T. 2011. Immune response and performance of growing Santa Ines lambs to artificial *Trichostrongylus colubriformis* infections. **Veterinary Parasitology**, 182(2–4):248–258. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.05.017>
- CARNEIRO, R.D.; AMARANTE, A.F.T. 2008. Seasonal effect of three pasture plants species on the free-living stages of *Haemonchus contortus*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 60(4):864–872.
- CEZAR, A.S.; CATTO, J.B.; BIANCHIN, I. 2008. Controle alternativo de nematódeos gastrintestinais dos ruminantes: Atualidade e perspectivas. **Ciência Rural** 38(7):2083–2091. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000700048>
- CHAUDARY, F.R.; QAYYUM, M.; MILLER, J.E. 2008. Development and survival of *Haemonchus contortus* infective larvae derived from sheep faeces under sub-tropical conditions in the Potohar region of Pakistan. **Tropical Animal Health and Production** 40(2):85–92. <https://doi.org/10.1007/s11250-007-9037-x>
- CHEAH, T.S.; RAJAMANICKAM, C. 1997. Epidemiology of gastro-intestinal nematodes of sheep in wet tropical conditions in Malaysia. **Tropical Animal Health and Production** 29(3):165–173. <https://doi.org/10.1007/BF02633015>
- CHIEJINA, S.N.; FAKAE, B.B.; EZE, P.I. 1989. Development and survival of free-living stages of gastrointestinal nematodes of sheep and goats on pasture in the Nigerian derived savanna. **Veterinary Research Communications** 13(2):103–112. <https://doi.org/10.1007/BF00346720>
- CORRÊA, C.T.R.; BONETTI, N.G.Z.; BARRIOS, S.C.L.; DO VALLE, C.B.; TORRES, G.A.; TECHIO, V.H. 2020. GISH-based comparative genomic analysis in *Urochloa* P. Beauv. **Molecular Biology Reports** 47(2):887–896. <https://doi.org/10.1007/s11033-019-05179-7>
- COELHO, W.A.C.; AHID, S.M.M.; VIEIRA, L.S.; FONSECA, Z.A.A.S.; SILVA, I.P. 2010. Resistência anti-helmíntica em caprinos no município de Mossoró, RN. **Ciência Animal Brasileira** 11(3):589–599. <https://doi.org/10.5216/cab.v11i3.5389>
- COSTA, V.M.M.; SIMÕES, S.V.D.; RIET-CORREA, F. 2011. Controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos e caprinos na região semiárida do Nordeste do Brasil. **Pesquisa**

- Veterinaria Brasileira** 31(1):65–71. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2011000100010>
- CRAIG, T.M. 2018. Gastrointestinal nematodes, diagnosis and control. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice** 34(1):185–199. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.10.008>
- DA SILVA, H.M. 2014. Nematodioses gastrointestinais de caprinos: uma revisão. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 13(2):199–208.
- COSTA, K.A.D.P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P.D.; CUSTÓDIO, D.P.; CARLA E SILVA, D.C. 2006. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira** 6(3):187–193.
- VAN DIJK, J.; LOUW, M.D.E.D.; KALIS, L.P.A.; MORGAN, E.R. 2009. Ultraviolet light increases mortality of nematode larvae and can explain patterns of larval availability at pasture. **International Journal for Parasitology** 39(10):1151–1156. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2009.03.004>
- EMERY, D.L.; HUNT, P.W.; LE JAMBRE, L.F. 2016. *Haemonchus contortus*: the then and now, and where to from here? **International Journal for Parasitology** 46(12):755–769. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2016.07.001>
- EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. 2000. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia** 29(6):2200–2208.
- FENTON, A.; RANDS, S.A. 2004. Optimal parasite infection strategies: a state-dependent approach. **International Journal for Parasitology** 34(7):813–821. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2004.02.003>
- FERNÁNDEZ-RUVALCABA, M.; VÁZQUEZ-PRATS, V.; LIEBANO-HERNÁNDEZ, E. 1994. Development and recovery of *Haemonchus contortus* first larval stages on experimental plots in Mexico. **Veterinary Parasitology** 51(3–4):263–269. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(94\)90164-3](https://doi.org/10.1016/0304-4017(94)90164-3)
- FIEL, C.A.; FERNÁNDEZ, A.S.; RODRÍGUEZ, E.M.; FUSÉ, L.A.; STEFFAN, P.E. 2012. Observations on the free-living stages of cattle gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology** 187(1–2):217–226. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.01.011>
- FLEMING, S.A.; CRAIG, T.; KAPLAN, R.M.; MILLER, J.E.; NAVARRE, C.; RINGS, M. 2006. ACVIM Consensus Statements Anthelmintic resistance small ruminants. **Journal of Veterinary Internal Medicine** 20:435–444.
- FTHENAKIS, G.C.; PAPADOPOULOS, E. 2018. Impact of parasitism in goat production. **Small Ruminant Research** 163:21–23. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.04.001>
- GALLIDIS, E.; PAPADOPOULOS, E.; PTOCHOS, S.; ARSENIOS, G. 2009. The use of targeted selective treatments against gastrointestinal nematodes in milking sheep and goats in Greece based on parasitological and performance criteria. **Veterinary Parasitology** 164(1):53–58. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.04.011>
- GEARY, T.G.; HOSKING, B.C.; SKUCE, P.J.; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; MAEDER, S.; HOLDSWORTH, P.; POMROY, W.; VERCRUYSSSE, J. 2012. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) Guideline: anthelmintic combination products targeting nematode infections of ruminants and horses. **Veterinary Parasitology** 190(1–2):306–316. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.09.004>
- GIBSON, T.E.; EVERETT, G. 1976. The ecology of the free-living stages on *Haemonchus contortus*. **The British Veterinary Journal** 132(1):50–59. [https://doi.org/10.1016/S0007-1935\(17\)34787-5](https://doi.org/10.1016/S0007-1935(17)34787-5)
- HARDER, A. 2016. The biochemistry of *Haemonchus contortus* and other parasitic nematodes. In: *Advances in Parasitology* volume 93. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.010>
- HOLM, S.A.; SÖRENSEN, C.R.L.; THAMSBORG, S.M.; ENEMARK, H.L. 2014. Gastrointestinal nematodes and anthelmintic resistance in Danish goat herds. **Parasite** 21(37). <https://doi.org/10.1051/parasite/2014038>
- HYUN, M.; LEE, J.; LEE, K.; MAY, A.; BOHR, V.A.; AHN, B. 2008. Longevity and resistance to

- stress correlate with DNA repair capacity in *Caenorhabditis elegans*. **Nucleic Acids Research** 36(4):1380–1389. <https://doi.org/10.1093/nar/gkm1161>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019. Censo Agro 2017. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html. Acesso em setembro de 2019.
- JASMER, D.; WESCOTT, R.; CRANE, J. 1986. Influence of cold temperatures upon development and survival of eggs of Washington isolates of *Haemonchus contortus* and *Ostertagia circumcincta*. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington** 53(2):244–247.
- KEARNEY, P.E.; MURRAY, P.J.; HOY, J.M.; HOHENHAUS, M.; KOTZE, A. 2016. The “Toolbox” of strategies for managing *Haemonchus contortus* in goats: What’s in and what’s out. **Veterinary Parasitology** 220:93–107. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.02.028>
- KHADIJAH, S.; KAHN, L.P.; WALKDEN-BROWN, S.W.; BAILEY, J.N.; BOWERS, S.F. 2013a. Effect of simulated rainfall timing on faecal moisture and development of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* eggs to infective larvae. **Veterinary Parasitology** 192(1–3):199–210. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.10.015>
- KHADIJAH, S.; KAHN, L.P.; WALKDEN-BROWN, S.W.; BAILEY, J.N.; BOWERS, S.F. 2013b. Soil moisture influences the development of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* to third stage larvae. **Veterinary Parasitology** 196(1–2):161–171. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.01.010>
- KNAPP-LAWITZKE, F.; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; DEMELER, J. 2016. Elevated temperatures and long drought periods have a negative impact on survival and fitness of strongylid third stage larvae. **International Journal for Parasitology** 46(4):229–237. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2015.10.006>
- KRECEK, R.C.; MAINGI, N. 2004. Comparison of two techniques used for the recovery of third-stage strongylid nematode larvae from herbage. **Veterinary Parasitology** 122:233–243. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.04.009>
- LOPES, W.D.Z.; DA COSTA, A.J., org. 2017. **Endoparasitoses de ruminantes**. Editora UFG, Goiânia, Goiás, Brasil.
- MATTOS, J.L.S.D.; GOMIDE, J.A.; MARTINEZ Y HUAMAN, C.A. 2005. Crescimento de espécies de *Brachiaria* sob déficit hídrico e alagamento a campo. **Revista Brasileira de Zootecnia** 34(3):755–764.
- MELO, A.C.F.L.; REIS, I.F.; BEVILAQUA, C.M.L.; VIEIRA, L.D.S.; ECHEVARRIA, F.A.M.; MELO, L.M. 2003. Nematódeos resistentes a anti-helmíntico em rebanhos de ovinos e caprinos do estado do Ceará, Brasil. **Ciência Rural** 33(2):339–344. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782003000200024>
- DE FARIAS, A.E.M.; ALVES, J.R.A.; ALVES, F.S.F.; PINHEIRO, R.R.; FACCIOLI-MARTINS, P.Y.; LIMA, A.M.C.; AZEVEDO, S.S.; ALVES, C.J. 2019. Characterization of goat production systems in five states of northeastern Brazil. **Semina: Ciências Agrárias** 40(6):3691–3708. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl3p3691>
- MOREIRA, L.M.; SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C. 2011. Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 63(4):914–921. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000400017>
- MOUDGIL, A.D.; SHARMA, A.; VERMA, M.S.; KUMAR, R.; DOGRA, P.K.; MOUDGIL, P. 2017. Gastrointestinal parasitic infections in Indian Gaddi (goat) breed bucks: clinical, hemato-biochemical, parasitological and chemotherapeutic studies. **Journal of Parasitic Diseases** 41(4):1059–1065. <https://doi.org/10.1007/s12639-017-0934-2>
- NWOSU, C.O.; OKON, E.D.; CHIEJINA, S.N.; IGBOKWE, I.O.; MBAYA, A.W.; COLUMBUS, P.K.; CHAGWA, L.L.; DANIEL-IGWE, G. 2013. Natural *Oesophagostomum columbianum* infection of Sahel goats in northeastern Nigeria. **Comparative Clinical Pathology** 22(4):605–610. <https://doi.org/10.1007/s00580-012-1453-2>

- O'CONNOR, L.J.; KAHN, L.P.; WALKDEN-BROWN, S.W. 2007. Moisture requirements for the free-living development of *Haemonchus contortus*: Quantitative and temporal effects under conditions of low evaporation. **Veterinary Parasitology** 150(1–2):128–138. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.07.021>
- O'CONNOR, L.J.; WALKDEN-BROWN, S.W.; KAHN, L.P. 2006. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. **Veterinary Parasitology** 142(1–2):1–15. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.035>
- OLIVEIRA, A.L.F.; COSTA, C.; RODELLA, R.A.; SILVA, B.F.; AMARANTE, A.F.T. 2009. Effect of plant trichomes on the vertical migration of *Haemonchus contortus* infective larvae on five tropical forages. **Tropical Animal Health and Production** 41(5):775–782. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9251-1>
- OLIVEIRA, D.A.S.; BRITO, R.L.L.; NEVES, M.R.M.; SOUSA, M.M.; MIRANDA, R.R.C.; MOURÃO, A.E.B.; CAVALCANTE, A.C.R.; VIEIRA, L.S. 2018. Gastrointestinal parasites in goats from Quixadá, Ceará. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 38(8):1505–1510. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-4828>
- OLIVEIRA, M.C.S.; NICODEMO, M.L.F.; PEZZOPANE, J.R.M.; GUSMÃO, M.R.; CHAGAS, A.C.S.; GIGLIOTI, R.; BILHASSI, T.B.; SANTANA, C.H.; GONÇALVES, T.C.; RABELO, M.D.; NÉO, T.A. 2017. Gastrointestinal nematode infection in beef cattle raised in silvopastoral and conventional systems in São Paulo state, Brazil. **Agroforestry Systems** 91(3):495–507. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9950-y>
- ONYALI, I.O.; ONWULIRI, C.O.E.; AJAYI, J.A. 1990. Development and survival of *Haemonchus contortus* larvae on pasture at Vom, Plateau State, Nigeria. **Veterinary Research Communications** 14(3):211–216. <https://doi.org/10.1007/BF00347740>
- PLOEGER, H.W.; EVERTS, R.R. 2018. Alarming levels of anthelmintic resistance against gastrointestinal nematodes in sheep in the Netherlands. **Veterinary Parasitology** 262(May):11–15. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.09.007>
- RAMOS, C.I.; BELLATO, V.; SOUZA, A.P.D.; AVILA, V.S.D.; COUTINHO, G.C.; DALAGNOL, C.A. 2004. Epidemiologia das helmintoses gastrintestinais de ovinos no Planalto Catarinense. **Ciência Rural** 34(6):1889–1895. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782004000600034>
- RAMOS, F.T.; FRANÇA, M.G.C.; ALVIM, M.N.; ROSSIELLO, R.O.P.; ZONTA, E. 2012. Aluminum tolerance measured by root growth and mucilage protection in *Urochloa brizantha* and *Urochloa decumbens*. **Journal of Plant Interactions** 7(3):225–229. <https://doi.org/10.1080/17429145.2012.693207>
- REYNECKE, D.P.; WAGHORN, T.S.; OLIVER, A.M.B.; MILLER, C.M.; VLASSOFF, A.; LEATHWICK, D.M. 2011. Dynamics of the free-living stages of sheep intestinal parasites on pasture in the North Island of New Zealand. 2. Weather variables associated with development. **New Zealand Veterinary Journal** 59(6):287–292. <https://doi.org/10.1080/00480169.2011.610280>
- RIBEIRO, K.A.; MACÊDO DE ALENCAR, C.M. 2018. Desenvolvimento Territorial e a Cadeia Produtiva da Caprinovinocultura no Semiárido Baiano: o caso do município de Juazeiro-BA. **Revista Baru - Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos** 4(1):144–179. <https://doi.org/10.18224/baru.v4i1.6571>
- ROBERTO, F.F.D.S.; DIFANTE, G.D.S.; ZAROS, L.G.; GURGEL, A.L.C. 2018. Nematoides gastrintestinais na ovinocultura de corte sob regime de pastejo. **Pubvet** 12(4):1–12. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a65.1-12>
- ROBERTS, F.; O'SULLIVAN, P. 1950. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastro-intestinal tract of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research** 1(1), 99–102. <https://doi.org/10.1071/ar9500099>
- ROCHA, R.A.D.; BRICARELLO, P.A.; ROCHA, G.P.D.; AMARANTE, A.F.T.D. 2012. Recovery of *Trichostrongylus colubriformis* infective larvae from three grass species contaminated in the autumn. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 21(4):372–378. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612012000400006>
- ROCHA, R.A.D.; BRICARELLO, P.A.; ROCHA, G.P.D.; AMARANTE, A.F.T.D. 2014. Retrieval

- of *Trichostrongylus colubriformis* infective larvae from grass contaminated in winter and in spring. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 23(4):463–472. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612014075>
- RODRIGUES, A.B.; ATHAYDE, A.C.R.; RODRIGUES, O.G.; SILVA, W.W.; FARIA, E.B. 2007. Evaluation of the efficacy of anthelmintics to control gastrointestinal nematodes in goats raised in the state of Paraíba. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 27(4):162–166. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2007000400006>
- ROEBER, F.; JEX, A.R.; GASSER, R.B. 2013. **Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance - an Australian perspective**. In: Parasites & Vectors volume 6. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-153>
- ROSSANIGO, C.E.; GRUNER, L. 1995. Moisture and temperature requirements in faeces for the development of free-living stages of gastrointestinal nematodes of sheep, cattle and deer. **Journal of Helminthology** 69(4):357–362. <https://doi.org/10.1017/S0022149X00014954>
- SALGADO, J.A.; SANTOS, C.D.P. 2016. Panorama da resistência anti-helmíntica em nematoides gastrointestinais de pequenos ruminantes no Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 25(1):3–17. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612016008>
- SALGADO, L.R.; LIMA, R.; SANTOS, B.F.D.; SHIRAKAWA, K.T.; VILELA, M.D.A.; ALMEIDA, N.F.; PEREIRA, R.M.; NEPOMUCENO, A.L.; CHIARI, L. 2017. De novo RNA sequencing and analysis of the transcriptome of signalgrass (*Urochloa decumbens*) roots exposed to aluminum. **Plant Growth Regulation** 83(1):157–170. <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0291-2>
- SANTOS, M.C.; SILVA, B.F.; AMARANTE, A.F.T. 2012. Environmental factors influencing the transmission of *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology** 188(3–4):277–284. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.03.056>
- SARGISON, N.D. 2016. Keys to solving health problems in small ruminants: Anthelmintic resistance as a threat to sustainable nematode control. **Small Ruminant Research** 142:11–15. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.02.021>
- SCIACCA, J.; KETSCHKE, A.; FORBES, W.M.; BOSTON, R.; GUERRERO, J.; ASHTON, F.T.; GAMBLE, H.R.; SCHAD, G.A. 2002. Vertical migration by the infective larvae of three species of parasitic nematodes: Is the behaviour really a response to gravity? **Parasitology** 125(6):553–560. <https://doi.org/10.1017/S0031182002002391>
- SHAKYA, P.; JAYRAW, A.K.; JAMRA, N.; AGRAWAL, V.; JATAV, G.P. 2017. Incidence of gastrointestinal nematodes in goats in and around Mhow, Madhya Pradesh. **Journal of Parasitic Diseases** 41(4):963–967. <https://doi.org/10.1007/s12639-017-0919-1>
- SILVA, B.F.; AMARANTE, M.R.V.; KADRI, S.M.; CARRIJO-MAUAD, J.R.; AMARANTE, A.F.T. 2008. Vertical migration of *Haemonchus contortus* third stage larvae on *Brachiaria decumbens* grass. **Veterinary Parasitology** 158(1–2):85–92. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.08.009>
- SILVA, S.D.S.; FEITOSA, T.F.; VIEIRA, V.D.; CORREA, F.R.; VILELA, V.L.R.; DE MEDEIROS, M.A.; BATISTA, J.A.; AZEVEDO, S.S.; DE MORAIS, D.F.; DE MELO, L.R.B. 2020. Control measures recommended for goat gastrointestinal nematode infections after analysis of infection dynamics in the semiarid region of Brazil. **Ciência Rural** 50(11):1–7. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200383>
- SINGH, R.; BAL, M.S.; SINGLA, L.D.; KAUR, P. 2017. Detection of anthelmintic resistance in sheep and goat against fenbendazole by faecal egg count reduction test. **Journal of Parasitic Diseases** 41(2):463–466. <https://doi.org/10.1007/s12639-016-0828-8>
- SISSAY, M.M.; UGGLA, A.; WALLER, P.J. 2007. Epidemiology and seasonal dynamics of gastrointestinal nematode infections of sheep in a semi-arid region of eastern Ethiopia. **Veterinary Parasitology** 143(3–4):311–321. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.026>
- SOUZA, R.L. 2004. Agricultura familiar e pluriatividade no semi-árido baiano. **Bahia Análise & Dados** 13(4):921–930.
- SOUZA, M.D.F.D.; PIMENTEL-NETO, M.; PINHO, A.L.S.D.; SILVA, R.M.D.; FARIAS, A.C.B.; GUIMARÃES, M.P. 2013. Seasonal distribution of gastrointestinal nematode infections in sheep in a semiarid region, northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**

22(3):351–359. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612013000300006>

STROMBERG, B.E. 1997. Environmental factors influencing transmission. **Veterinary Parasitology** 72(3–4):247–264. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(97\)00100-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(97)00100-3)

SUAREZ, V.H.; CRISTEL, S.L. 2014. Fatores de risco para o desenvolvimento de resistência anti-helmíntica em nematódeos gastrintestinais de bovinos na Argentina. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 23(2):129–135. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014045>

TARIQ, K.A. 2015. A review of the epidemiology and control of gastrointestinal nematode infections of small ruminants. **Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B - Biological Sciences** 85(2):693–703. <https://doi.org/10.1007/s40011-014-0385-9>

TEIXEIRA, I.A.M.; GOMES, R.A.; CASTAGNINO, D.S.; FIGUEIREDO, F.O.D.M., HÄRTER, C.J.; BIAGIOLI, B.; SILVA, S.P.D.; RIVERA, A.R.D. 2013. Inovações tecnológicas na caprinocultura. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal** 14(1):104–120. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402013000100012>

TORRES-ACOSTA, J.F.J.; HOSTE, H. 2008. Alternative or improved methods to limit gastrointestinal parasitism in grazing sheep and goats. **Small Ruminant Research** 77(2–3):159–173. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.009>

VAN DIJK, J.; MORGAN, E.R. 2011. The influence of water on the migration of infective trichostrongyloid larvae onto grass. **Parasitology** 138(6):780–788. <https://doi.org/10.1017/S0031182011000308>

VERMA, R.; LATA, K.; DAS, G. 2018. An overview of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of livestock and its management: India perspectives. **International Journal of Chemical Studies** 6(2):1755–1762. <https://www.researchgate.net/publication/324007825>

VIEIRA, A.; LOBATO, J.F.P.; CORREA, E.S.; DE TORRES, R.A.A.; CEZAR, I.M. 2005. Nelore cows productivity on *Brachiaria decumbens* Stapf pasture on the cerrado region of central Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia** 34(4):1357–1365. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982005000400033>

VILELA, V.L.R.; FEITOSA, T.F.; LINHARES, E.F.; ATHAYDE, A.C.R.; MOLENTO, M.B.; AZEVEDO, S.S. 2012. FAMACHA© method as an auxiliary strategy in the control of gastrointestinal helminthiasis of dairy goats under semiarid conditions of Northeastern Brazil. **Veterinary Parasitology** 190(1–2):281–284. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.05.024>

VILLA-MANCERA, A.; REYNOSO-PALOMAR, A. 2019. Prevalence, economic assessment, and risk factors of gastrointestinal nematodes infecting herds in tropical, dry and temperate climate regions in Mexico. **Microbial Pathogenesis** 129(January):50–55. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.01.043>

WANG, T.; VAN WYK, J.A. MORRISON, A.; MORGAN, E.R. 2014. Moisture requirements for the migration of *Haemonchus contortus* third stage larvae out of faeces. **Veterinary Parasitology** 204(3–4):258–264. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.05.014>

ZAJAC, A.M. 2006. Gastrointestinal nematodes of small ruminants: life cycle, anthelmintics, and diagnosis. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice** 22(3):529–541. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2006.07.006>

ZANZANI, S.A.; GAZZONIS, A.L.; DI CERBO, A.; VARADY, M.; MANFREDI, M.T. 2014. Gastrointestinal nematodes of dairy goats, anthelmintic resistance and practices of parasite control in Northern Italy. **BMC Veterinary Research** 10. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-10-114>

APÊNDICES

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Média da temperatura máxima, mínima e média (°C), da precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o mês de maio e junho de 2019 no município de Cruz das Almas, Bahia

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Umidade Relativa do ar (%)
	Máxima	Mínima	Média		
21 maio 2019 ^a	28,2	22,7	25,5	3,4	92,7
22 maio 2019	29,6	22,5	26,1	0,4	88,0
23 maio 2019	29,8	22,2	26,0	3,6	89,3
24 maio 2019	30,5	21,3	25,9	0,2	83,7
25 maio 2019	30,5	20,0	25,3	0,2	82,1
26 maio 2019	30,1	19,9	25,0	0,2	84,1
27 maio 2019	29,4	21,5	25,5	12	89,8
28 maio 2019 ^b	28,2	20,9	24,6	1,4	90,7
29 maio 2019	29,4	21,1	25,3	0	88,1
30 maio 2019	28,3	21,0	24,7	6,4	89,5
31 maio 2019	29,5	21,1	25,3	0	83,7
01 junho 2019	29,8	20,0	24,9	0	83,2
02 junho 2019	29,8	20,2	25,0	0	84,7
03 junho 2019	29,8	20,8	25,3	0	79,1
04 junho 2019 ^c	30,1	20,4	25,3	0	79,5
05 junho 2019	29,4	19,2	24,3	0	82,1
06 junho 2019	22,6	19,4	21,0	7,6	94,9
07 junho 2019	26,3	19,5	22,9	14	89,9
08 junho 2019	25,7	19,4	22,6	4,4	92,5
09 junho 2019	27,1	20,4	23,8	3,2	90,8
10 junho 2019	24,2	20,0	22,1	7,4	98,0
11 junho 2019 ^d	26,9	19,7	23,3	4	92,0

a: dia de deposição (D0); b: +7 dias pós-deposição; c: +14 dias pós-deposição; d: +21 dias pós-deposição

Média da temperatura máxima, mínima e média (°C), da precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o mês de julho de 2019 no município de Cruz das Almas, Bahia

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Média		
03 julho 2019 ^a	22,5	19,5	21,0	0	72,2
04 julho 2019	25,6	19,1	22,4	0	93,6
05 julho 2019	25,2	20,4	22,8	0	70
06 julho 2019	22,8	19,1	21,0	0	72,5
07 julho 2019	24,7	20,3	22,5	1,6	92,5
08 julho 2019	26,1	20,4	23,3	16,6	89
09 julho 2019	24,4	20,2	22,3	0	78
10 julho 2019 ^b	25,2	17,8	21,5	0	81
11 julho 2019	26,1	19,5	22,8	3	85
12 julho 2019	22,7	18,5	20,6	0	75,5

13 julho 2019	24,6	19,0	21,8	0	83,5
14 julho 2019	22,2	19,4	20,8	0,4	72,5
15 julho 2019	22,3	19,1	20,7	0	77,5
16 julho 2019	26,4	19,8	23,1	0	66
17 julho 2019 ^c	27,4	19,7	23,6	0	71,5
18 julho 2019	27,5	18,4	23,0	18,7	89
19 julho 2019	25,4	18,4	21,9	0,7	77
20 julho 2019	25,3	19,4	22,4	17,7	95,5
21 julho 2019	25,6	18,0	21,8	31,7	88,5
22 julho 2019	26,6	18,6	22,6	7,4	89
23 julho 2019	25,6	18,7	22,2	6,3	74,5
24 julho 2019 ^d	25,2	19,6	22,4	2,8	72

a: dia de deposição; b: +7 dias pós-deposição; c: +14 dias pós-deposição; d: +21 dias pós-deposição

Média da temperatura máxima, mínima e média (°C), da precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o mês de agosto de 2019 no município de Cruz das Almas, Bahia

Data	Temperatura (°C)		Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
	Máxima	Mínima		
09 agosto 2019 ^a	22,8	19,1	4,4	88,5
10 agosto 2019	24,7	20,3	16,5	82,0
11 agosto 2019	26,1	20,4	1,5	82,0
12 agosto 2019	24,4	20,2	1,4	77,5
13 agosto 2019	25,2	17,8	1	71,5
14 agosto 2019	26,1	19,5	3,4	76,0
15 agosto 2019	22,7	18,5	0,6	83,0
16 agosto 2019 ^b	24,6	19,0	7,8	84,0
17 agosto 2019	22,2	19,4	13,3	95,0
18 agosto 2019	22,3	19,1	12,4	94,0
19 agosto 2019	26,4	19,8	22,9	72,0
20 agosto 2019	27,4	19,7	0,2	74,0
21 agosto 2019	27,5	18,4	0,1	67,5
22 agosto 2019	25,4	18,4	0	79,0
23 agosto 2019 ^c	25,3	19,4	2,6	76,0
24 agosto 2019	25,6	18,0	0,2	82,5
25 agosto 2019	26,6	18,6	0	71,5
26 agosto 2019	25,6	18,7	0	71,0
27 agosto 2019	25,2	19,6	3,2	73,0
28 agosto 2019	20,9	18,8	3,8	96,0
29 agosto 2019	21,4	18,8	20,6	93,0
30 agosto 2019 ^d	24,2	18,8	11	85

a: dia de deposição; b: +7 dias pós-deposição; c: +14 dias pós-deposição; d: +21 dias pós-deposição

Média da temperatura máxima, mínima e média (°C), da precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o mês de setembro de 2019 no município de Cruz das Almas, Bahia

Data	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
------	------------------	-------------------	----------------------

	Máxima	Mínima	Média		
06 setembro 2019 ^a	26,0	20,4	23,2	0,4	72,5
07 setembro 2019	25,0	19,3	22,2	6,2	77,0
08 setembro 2019	21,2	20,6	20,9	0	97,0
09 setembro 2019	24,2	19,8	22,0	35	83,5
10 setembro 2019	25,8	20,9	23,4	0	71,0
11 setembro 2019	27,9	18,6	23,3	3,8	69,0
12 setembro 2019	28,4	20,8	24,6	0,8	86,8
13 setembro 2019 ^b	29,0	17,8	23,4	0,2	82,1
14 setembro 2019	24,0	18,8	21,4	7,8	95,3
15 setembro 2019	25,9	19,6	22,8	13,6	97,6
16 setembro 2019	27,1	18,9	23,0	0	84,1
17 setembro 2019	28,5	18,5	23,5	0,6	88,2
18 setembro 2019	28,2	19,3	23,8	0	84,6
19 setembro 2019	29,1	19,9	24,5	0,2	83,2
20 setembro 2019 ^c	29,8	18,0	23,9	0	80,5
21 setembro 2019	29,1	19,4	24,3	0	78,4
22 setembro 2019	28,8	17,5	23,2	0,2	78,7
23 setembro 2019	26,6	20,3	23,5	15,8	93,9
24 setembro 2019	25,9	19,2	22,6	2,4	90,7
25 setembro 2019	26,9	18,9	22,9	2,2	91,2
26 setembro 2019	28,7	19,4	24,1	2,8	83,3
27 setembro 2019 ^d	30,1	17,8	24,0	0	80,6

a: dia de deposição; b: +7 dias pós-deposição; c: +14 dias pós-deposição; d: +21 dias pós-deposição

Média da temperatura máxima, mínima e média (°C), da precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o mês de outubro de 2019 no município de Cruz das Almas, Bahia

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Média		
10 outubro 2019 ^a	28,8	18,7	23,8	0	82,7
11 outubro 2019	28,8	20,0	24,4	1,4	83,6
12 outubro 2019	27,3	20,2	23,8	5,4	90,3
13 outubro 2019	28,4	20,2	24,3	2,2	84,6
14 outubro 2019	29,3	18,4	23,9	0,6	83,3
15 outubro 2019	30,1	19,1	24,6	0	81,5
16 outubro 2019	28,5	19,5	24,0	0	82,3
17 outubro 2019 ^b	29,5	18,5	24,0	0	77,3
18 outubro 2019	28,9	19,4	24,2	3,4	80,4
19 outubro 2019	31,3	19,1	25,2	0	78,4
20 outubro 2019	32,3	19,7	26,0	0	78,9
21 outubro 2019	31,1	21,1	26,1	0	79,8
22 outubro 2019	31,1	22,7	26,9	0	80,9
23 outubro 2019	31,5	21,0	26,3	0	79,0
24 outubro 2019 ^c	32,2	22,4	27,3	0	78,4
25 outubro 2019	31,6	21,7	26,7	0	79,4
26 outubro 2019	31,6	19,4	25,5	0	77,2

27 outubro 2019	31,8	20,9	26,4	0,2	79,0
28 outubro 2019	31,3	20,9	26,1	0	76,1
29 outubro 2019	31,4	19,9	25,7	0,2	78,4
30 outubro 2019	32,3	20,3	26,3	0	76,1
31 outubro 2019 ^d	29,5	21,4	25,5	3,6	89,1

a: dia de deposição; b: +7 dias pós-deposição; c: +14 dias pós-deposição; d: +21 dias pós-deposição

Média da temperatura máxima, mínima e média (°C), da precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o mês de novembro de 2019 no município de Cruz das Almas, Bahia

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Média		
08 novembro 2019 ^a	32,3	20,0	26,2	0	76,3
09 novembro 2019	32,2	20,7	26,5	0,2	77,0
10 novembro 2019	32,2	21,2	26,7	0	74,9
11 novembro 2019	32,5	22,0	27,3	0	74,0
12 novembro 2019	31,8	21,0	26,4	0	76,3
13 novembro 2019	31,4	20,8	26,1	0	79,1
14 novembro 2019	32,9	20,6	26,8	0	75,2
15 novembro 2019 ^b	34,0	20,0	27,0	0	72,5
16 novembro 2019	32,3	22,9	27,6	0	72,4
17 novembro 2019	32,2	21,8	27,0	0	73,2
18 novembro 2019	32,5	21,6	27,1	0	72,0
19 novembro 2019	32,0	20,7	26,4	0	73,5
20 novembro 2019	31,5	21,6	26,6	0	68,5
21 novembro 2019	31,7	20,8	26,3	0,2	76,0
22 novembro 2019 ^c	31,6	21,5	26,6	1	79,6
23 novembro 2019	34,4	21,7	28,1	0	76,0
24 novembro 2019	35,5	21,1	28,3	0	74,7
25 novembro 2019	27,6	22,2	24,9	2	94,6
26 novembro 2019	23,6	21,0	22,3	21,2	99,5
27 novembro 2019	26,1	21,3	23,7	23,4	93,9
28 novembro 2019	29,5	21,4	25,5	0	87,9
29 novembro 2019 ^d	32,7	22,9	27,8	0	77,7

a: dia de deposição; b: +7 dias pós-deposição; c: +14 dias pós-deposição; d: +21 dias pós-deposição

Média da temperatura máxima, mínima e média (°C), da precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o mês de dezembro de 2019 no município de Cruz das Almas, Bahia

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Média		
06 dezembro 2019 ^a	34,8	21,5	28,2	0	72,3
07 dezembro 2019	34,1	22,8	28,5	0	74,0
08 dezembro 2019	32,5	23,9	28,2	0	75,4
09 dezembro 2019	31,9	21,9	26,9	1,4	77,4
10 dezembro 2019	31,9	21,1	26,5	0	78,0
11 dezembro 2019	32,1	20,8	26,5	0	74,7

12 dezembro 2019	31,7	20,1	25,9	0,2	73,9
13 dezembro 2019 ^b	32	20,6	26,3	0	70,8
14 dezembro 2019	30,3	21,3	25,8	0,8	85,3
15 dezembro 2019	29,1	21,1	25,1	11,4	86,9
16 dezembro 2019	30,3	21,5	25,9	1	82,3
17 dezembro 2019	30,6	21,6	26,1	0,2	81,8
18 dezembro 2019	31,8	21,5	26,7	0,2	76,0
19 dezembro 2019	32,4	20,7	26,6	0	75,6
20 dezembro 2019 ^c	32,2	22,5	27,4	0	75,7
21 dezembro 2019	32,3	20,9	26,6	0	74,5
22 dezembro 2019	32,5	21,2	26,9	0	74,5
23 dezembro 2019	32,9	20,6	26,8	0	72,5
24 dezembro 2019	33,9	21,8	27,9	0	74,8
25 dezembro 2019	32,6	22,4	27,5	0	75,1
26 dezembro 2019	31,5	21,9	26,7	0,2	77,1
27 dezembro 2019 ^d	28,7	21,3	25,0	3,4	82,3

a: dia de deposição; b: +7 dias pós-deposição; c: +14 dias pós-deposição; d: +21 dias pós-deposição

Média da temperatura máxima, mínima e média (°C), da precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o mês de janeiro de 2020 no município de Cruz das Almas, Bahia

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Média		
13 janeiro 2020 ^a	33,8	23	28,4	0	73,8
14 janeiro 2020	33,2	21	27,1	0	73,7
15 janeiro 2020	33,5	21,4	27,5	0	72,4
16 janeiro 2020	32,4	22,1	27,3	6,2	77,8
17 janeiro 2020	33,9	21,3	27,6	0	75,8
18 janeiro 2020	32,8	21,4	27,1	0	73,6
19 janeiro 2020	32,6	21,6	27,1	0	71,7
20 janeiro 2020 ^b	33,4	22,2	27,8	0	71,6
21 janeiro 2020	33,8	21,5	27,7	0	72,2
22 janeiro 2020	26,7	22,1	24,4	19,6	90,2
23 janeiro 2020	29,5	20,9	25,2	29	91,5
24 janeiro 2020	31,4	21,7	26,6	7,8	86,4
25 janeiro 2020	34,1	23,9	29,0	0,4	82,7
26 janeiro 2020	31,4	22,1	26,8	19,6	91,8
27 janeiro 2020 ^c	32,4	21,4	26,9	2,6	82,7

a: dia de deposição; b: +7 dias pós-deposição; c: +14 dias pós-deposição

Média da temperatura máxima, mínima e média (°C), da precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o mês de fevereiro de 2020 no município de Cruz das Almas, Bahia

Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Média		
14 fevereiro 2020 ^a	32,5	23	27,8	0	81,5
15 fevereiro 2020	32,7	23,4	28,1	0	76,2

16 fevereiro 2020	33,1	22,1	27,6	0	76,4
17 fevereiro 2020	31,6	22	26,8	0,2	81,0
18 fevereiro 2020	30	22,9	26,5	2,2	87,2
19 fevereiro 2020	29,2	22,1	25,7	12,4	93,3
20 fevereiro 2020	32,5	22,5	27,5	0,4	84,4
21 fevereiro 2020 ^b	31,9	22,8	27,4	0	82,4
22 fevereiro 2020	33,7	22,8	28,3	0	79,1
23 fevereiro 2020	34,4	23	28,7	0	78,9
24 fevereiro 2020	32,7	23,6	28,2	0	78,9
25 fevereiro 2020	32,5	22,8	27,7	0	77,8
26 fevereiro 2020	34,6	22,9	28,8	0	76,4
27 fevereiro 2020	36	22,9	29,5	0	74,6
28 fevereiro 2020 ^c	35,4	23,8	29,6	0	76,8

a: dia de deposição; b: +7 dias pós-deposição; c: +14 dias pós-deposição

Média da temperatura máxima, mínima e média (°C), da precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o mês de março de 2020 no município de Cruz das Almas, Bahia

Data	Temperatura(°C)			Precipitação(mm)	Umidade Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Média		
06 março 2020 ^a	34,4	25	29,7	1	77,3
07 março 2020	32	23,5	27,8	1,2	83,4
08 março 2020	32,4	23,1	27,8	0	83,3
09 março 2020	32,8	23,7	28,3	0,6	82,9
10 março 2020	29,1	22,9	26,0	33,8	96,2
11 março 2020	33,4	23,6	28,5	0	80,6
12 março 2020	26,7	23,6	25,2	23	96,6
13 março 2020 ^b	31,6	22,4	27,0	0	77,3
14 março 2020	28,6	22	25,3	0,4	87,5
15 março 2020	30,9	21,8	26,4	0,8	82,5
16 março 2020	31	21,8	26,4	1,8	82,5
17 março 2020	31,2	22,2	26,7	0,2	80,8
18 março 2020	33,3	22,5	27,9	0	80,6
19 março 2020	32,9	23,4	28,2	0,6	84,6
20 março 2020 ^c	32,7	24,1	28,4	2	88,6

a: dia de deposição; b: +7 dias pós-deposição; c: +14 dias pós-deposição