



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

Melissa García Méndez

**EFEITO DO CULTIVO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS NA MIGRAÇÃO E
SOBREVIVÊNCIA NA PASTAGEM DE NEMATÓDEOS GASTRINTESTINAIS DE
OVINOS**

Florianópolis
2020

Melissa García Méndez

**EFEITO DO CULTIVO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS NA MIGRAÇÃO E
SOBREVIVÊNCIA NA PASTAGEM DE NEMATÓDEOS GASTRINTESTINAIS DE
OVINOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação
em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do título de mestre em
Agroecossistemas
Orientador: Profª. Patrizia Ana Bricarello, Dra.

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Méndez, Melissa

EFEITO DO CULTIVO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS NA
MIGRAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA NA PASTAGEM DE NEMATÓDEOS
GASTRINTESTINAIS DE OVINOS / Melissa Méndez ; orientadora,
Patrícia Ana Bricarello, 2020.

81 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós
Graduação em Agroecossistemas, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Agroecossistemas. 2. Migração Vertical, *Lotus
corniculatus*, Plano Forrageiro. I. Bricarello, Patrícia
Ana . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa
de Pós-Graduação em Agroecossistemas. III. Título.

Melissa García Méndez

EFEITO DO CULTIVO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS NA MIGRAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA NA PASTAGEM DE NEMATÓDEOS GASTRINTESTINAIS DE OVINOS

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Patrizia Ana Bricarello, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Abdon Luiz Schmitt Filho, Dr
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Raquel Abdallah da Rocha, Dra
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Agroecossistemas.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Profa. Patrizia Ana Bricarello, Dra.
Orientadora

Florianópolis, 2020.

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta etapa de formação e as contribuições que este trabalho possa vir a ter são possíveis graças ao esforço de muitas pessoas.

Agradezco inicialmente a mi familia, por la inversión que han hecho en mi a lo largo de estos años. Todos mis logros son en realidad NUESTROS LOGROS. Gracias por creer en mí, quererme y apoyarme, pocas personas comparten mi fortuna. Los amo.

Pela companhia e o trabalho ao longo do caminho turbulento agradeço a Luã Veiga, e a sua família por serem tão agradável “refúgio”.

Agradeço a Patrizia Ana Bricarello pelo seu compromisso, conhecimento compartilhado e contribuição na orientação deste trabalho, mas sobretudo, por me acolher e me apoiar não só como aluna se não também como pessoa.

Ao Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, a comunidade acadêmica e aos técnicos administrativos, e a os meus colegas da pós-graduação pela estrutura e as contribuições na minha formação acadêmica e pessoal.

Ao Núcleo de Pesquisa e Extensão em Agroecologia da Fazenda Experimental da Ressacada, ao Laboratório de Parasitologia, aos bolsistas e aos voluntários que participaram na minha pesquisa, em especial, à Gabriel Paiva, Ríllary Niehues e Larissa Francisco.

A José Bran Agudelo pela contribuição no processo estatístico.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo e em geral ao povo brasileiro por contribuir na minha formação acadêmica. O investimento na ciência será sempre retribuído.

Diante dos desafios ao longo deste processo e aos frutos colhidos, posso concluir que cada esforço valeu a pena.

Obrigada à todos.

RESUMO

A parasitose gastrointestinal causada por nematódeos gera grandes perdas econômicas e se constitui como uma questão de má condição de bem-estar na criação ovina no Brasil e no mundo. A doença parasitaria é multifatorial, sendo necessário adotar estratégias que visem ao controle integral dos nematódeos. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de três leguminosas de interesse forrageiro no Brasil: *Trifolium repens* (Trevo branco), *Trifolium pratense* (Trevo vermelho), e *Lotus corniculatus* (Cornichão), na sobrevivência e na migração de larvas infectantes (L3), com o intuito de estabelecer planos forrageiros que favoreçam a descontaminação dos pastos e, ao mesmo tempo proporcionem uma dieta de alta qualidade aos animais. Para isto, as leguminosas foram semeadas, e contaminadas artificialmente com fezes de ovinos contendo ovos de nematódeos gastrintestinais. Ao longo de oito semanas, entre outubro e dezembro de 2018, se realizaram quatro coletas: na semana 1, 2, 4 e 8 a partir da deposição das fezes, sendo que na semana 6 foi realizado um corte de todas as unidades experimentais com o intuito de simular o pastoreio, as larvas deste corte foram recuperadas para evitar perdas. Se avaliou a sobrevivência, a migração horizontal das larvas em duas distâncias em relação ao bolo fecal: 10 cm e 30 cm e a migração vertical em duas alturas da planta: metade inferior e metade superior. Nas fezes e no solo, a 2 cm de profundidade abaixo das fezes, também foi avaliada a sobrevivência. O número de L3 foi contabilizado para as amostras de pasto, fezes e solo. A recuperação de larvas na semana 6 e 8 não foi passível de análise estatística pelo alto número de zeros nos resultados. A espécie forrageira não influenciou a sobrevivência das larvas, sendo que o fator tempo teve influência significativa na recuperação de L3 no pasto ($p < 0,001$), no solo ($p < 0,01$), e nas fezes ($p < 0,001$). O pico de apresentação de larvas no pasto foi na semana 2, e no solo e nas fezes na semana 1. A espécie forrageira influenciou a migração vertical das larvas ($p < 0,001$), sendo que o cornichão apresentou menos larvas no estrato superior. O *Lotus corniculatus* ao restringir a migração das L3 ao estrato superior da planta se constitui como opção forrageira estratégica ao controle dos nematódeos gastrintestinais em ovinos na primavera.

Palavras chave: Migração Vertical, *Lotus corniculatus*, Plano Forrageiro

ABSTRACT

Gastrointestinal parasitosis caused by nematodes generates great economic losses and constitutes a matter of poor welfare conditions in sheep farming in Brazil and worldwide. Parasitic disease is multifactorial and it is necessary to adopt strategies aimed at the integral control of nematodes. The present study aimed to evaluate the effect of three forage legumes of interest in Brazil: *Trifolium repens* (White clover), *Trifolium pratense* (Red clover), and *Lotus corniculatus* (Bird's foot trefoil), on the survival and migration of infective larvae (L3), in order to establish forage plans that favor the decontamination of pasture and at the same time provide a high quality diet for the animals. For this, the legumes were sown, and artificially contaminated with feces of sheep containing eggs of gastrointestinal nematodes. Over 8 weeks between October 2018 and December 2018, 4 collections were made: in week 1, 2, 4 and 8 from the deposition of feces, and in week 6 a cut was made of all experimental units with the in order to simulate grazing, the larvae of this cut were recovered to avoid losses. Survival was evaluated, the horizontal migration of the larvae at two distances from the dung: 10 cm and 30 cm and the vertical migration at two plant heights: lower half and upper half. Feces and soil 2 cm below the feces were evaluated. The number of L3 was counted for the pasture, feces and soil samples. The larval count at week 6 and 8 was not plausible for statistical analysis due to the high number of zeros in the results. The forage species did not influence the larvae survival, being that the time factor had a significant influence on the L3 count in the pasture ($p < 0.001$), in the soil ($p < 0.01$), and in the feces ($p < 0.001$). The peak of larvae presentation in the pasture was in week 2, and in the soil and feces in week 1. The forage influences the vertical migration of the larvae ($p < 0.001$) and the Bird's foot trefoil presented less larvae in the upper stratum. *Lotus corniculatus*, by restricting the migration of infective larvae to the upper stratum of the plant, constitutes a strategic forage option for the control of gastrointestinal nematodes in sheep in the spring.

Key Words: Vertical Migration, *Lotus corniculatus*, Forage Planning

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Trevo Branco (<i>Trifolium repens L.</i>).....	32
Figura 2. Cornichão (<i>Lotus corniculatus L.</i>)	33
Figura 3. Trevo Vermelho (<i>Trifolium pratense L.</i>)	34
Figura 4. Bolsa coletora de fezes.....	38
Figura 5. Croqui do experimento.....	39
Figura 6. Unidade experimental, Diâmetros e Alturas de coleta.....	41
Figura 7. Radiação solar, temperatura mínima e máxima em Florianópolis-SC no período experimental.	42
Figura 8. Umidade relativa e precipitação pluviométrica em Florianópolis SC. no período experimental.	43
Figura 9. Níveis agrupados em seus respectivos fatores.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cronograma do experimento: Semeadura, contaminação de canteiros e coletas.	44
Tabela 2. Resumo da estatística utilizada para analisar a recuperação de larvas infectantes no pasto, no solo e nas fezes.....	47
Tabela 3. Sobrevivência das larvas infectantes (L3) de nematódeos gastrintestinais ao longo do tempo em pastos de <i>Trifolium repens L.</i> , <i>Trifolium pratense L.</i> e <i>Lotus corniculatus</i> após contaminação com fezes de ovinos naturalmente infectados.	51
Tabela 4. Distribuição total das larvas infectantes nos estratos inferior e superior em <i>Trifolium repens L.</i> , <i>Trifolium pratense L.</i> e <i>Lotus corniculatus</i> no experimento.	51
Tabela 5. Taxa de desenvolvimento do ovo até larva infectante nas fezes depositadas na primavera em <i>Trifolium repens L.</i> , <i>Trifolium pratense L.</i> e <i>Lotus corniculatus</i>	52
Tabela 6. Altura média de <i>Trifolium repens L.</i> , <i>Trifolium pratense L.</i> e <i>Lotus corniculatus</i> ao longo do experimento.	53
Tabela 7. Peso seco médio das fezes desde a deposição até a oitava semana de coleta.....	54

ANEXOS

Anexo 1. Regressão binomial negativa que compara a sobrevivência das larvas infectantes de nematoides gastrintestinais no pasto na semana um, dois e quatro após a contaminação com fezes.....	74
Anexo 2. Regressão binomial negativa que compara a migração das larvas infectantes no estrato superior do Cornichão, Trevo Branco e Trevo Vermelho, após quatro semanas de deposição de fezes contaminadas com ovos de nematoides gastrintestinais de ovinos.....	75
Anexo 3. Regressão Poisson multinível que compara a sobrevivência das larvas infectantes de nematoides gastrintestinais no solo na semana um, dois e quatro após a contaminação com fezes.....	76
Anexo 4. Regressão Poisson multinível que compara a sobrevivência das larvas infectantes de nematoides gastrintestinais nas fezes na semana um, dois e quatro após a contaminação com fezes.....	77
Anexo 5. Temperatura máxima, mínima e média, Precipitação, umidade relativa e radiação solar em Florianópolis SC. durante as oito semanas de experimento.	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- L1- Larva de primeiro estágio.
L2- Larva de segundo estágio.
L3- Larva de estágio infectante.
L4- Larva de quarto estágio.
OPG- Ovos por grama de fezes
pH- Potencial Hidrogeniônico.
SC- Santa Catarina
CrI- Intervalo de credibilidade.
ICC- Intervalo de Correlação de Classes.
°C- Graus centígrados.
%- Porcentagem.
mm- Milímetros.
m- Metros
cm- Centímetros.
Kg- Quilogramas.
g- Gramas.
KJ/M² – Quilojoules por metro quadrado.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	Principais Nematódeos Gastrintestinais	18
2.2	Desenvolvimento Larval de Nematódeos Gastrintestinais	20
2.3	Migração e Sobrevivência da L3 de Nematódeos Gastrintestinais	21
2.4	Influência de Diferentes Forrageiras na Migração e na Sobrevivência das L3	24
2.5	Considerações Para o Controle Integral dos Nematódeos Gastrintestinais	27
2.6	Leguminosas e Seu Potencial no Controle de Nematódeos Gastrintestinais.....	29
2.7	Leguminosas Herbáceas de Interesse Forrageiro no Brasil	31
2.7.1	Trevo Branco (<i>Trifolium repens L.</i>).....	31
2.7.2	Cornichão (<i>Lotus corniculatus</i>).....	32
2.7.3	Trevo vermelho (<i>Trifolium pratense L.</i>).....	33
3	HIPÓTESES E OBJETIVOS	35
3.1	Objetivo Geral	35
3.2	Objetivos Específicos	35
4	METODOLOGIA.....	36
4.1	Delineamento Experimental	37
4.1.1	Animais doadores de fezes para contaminação dos canteiros experimentais	37
4.1.2	Semeadura	38
4.1.3	Contaminação da unidade experimental	39
4.2	Coleta de Dados	40
4.3	Variáveis Climáticas	41
4.4	Corte de Pasto Como Simulação de Pastoreio.....	43
4.5	Análise Estatística.....	44
4.5.1	Número de L3 no pasto	45
4.5.2	Número de L3 nas fezes e no solo	45

4.5.3	Altura média das forrageiras.....	47
4.5.4	Peso seco das fezes	48
5	RESULTADOS	49
5.1	Número de Larvas no Pasto (L3).....	49
5.2	Número de Larvas no Solo	49
5.3	Número de Larvas nas Fezes	50
5.4	Altura Média das Forrageiras	52
5.5	Peso Seco das Fezes.....	53
6	DISCUSSÃO	55
6.1	Influência das Diferentes Leguminosas na Sobrevivência das Larvas na Pastagem.....	55
6.2	Influência das Leguminosas na Migração das Larvas no Pasto	58
6.3	Mecanismos Morfológicos na Influência da Sobrevivência e a Migração das Larvas no Pasto.....	59
6.4	Gêneros de Nematódeos Envolvidos no estudo	60
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
8	CONCLUSÕES.....	63
9	REFERÊNCIAS.....	64
10	ANEXOS.....	74

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura ao nível mundial é uma atividade compartilhada por todos os continentes. Em 2013 os maiores produtores de leite ovino foram China, Turquia, Síria, Grécia e Romênia, os maiores produtores de carne foram China, seguida pela Austrália, Nova Zelândia, Sudão e Índia, e os líderes em produção de lã foram China, Austrália, Nova Zelândia, Reino unido e Irã (SKAPETAS; KALAITZIDOU, 2017). No ano de 2014 foi estimado 1,2 bilhões de cabeças com uma taxa de crescimento anual de 1,5%, estimada entre 2009 e 2014 (MARTINS et al., 2016).

No Brasil, a produção ovina tem sido flutuante nos últimos anos com aumentos de 4,5% no rebanho de 2014 para 2015 e diminuição de 2,3% de 2017 para 2018. Mesmo assim, as exportações de produtos ovinos e caprinos aumentaram em 24,7% para 2018, sendo o principal item a lã. Além disso, os ovinos se apresentam como uma alternativa ao gado bovino que está sendo altamente prejudicado pelas secas e as mudanças climáticas, além de ser uma boa opção em termos de otimização de área, facilidade de manejo e diversificação de produtos (LUCENA et al., 2017; SINDICATO NACIONAL DA INDUSTRIA DE PRODUTOS PARA SAÚDE, 2018).

A criação ovina no Brasil apresenta vários desafios que dificultam atingir o seu máximo potencial. Os aspectos organizacionais no âmbito primário e industrial, os custos de alimentação, pouca capacitação técnica e capacidade de gestão dos produtores são alguns exemplos (LUCENA et al., 2017; RAINERI; NUNES; GAMEIRO, 2015).

Já em termos sanitários o principal entrave para a eficiência produtiva na criação ovina no Brasil e no mundo é a parasitose gastrointestinal causada por helmintos, principalmente nematódeos, o que gera grandes perdas econômicas (BRICARELLO, 2015). Dentre os principais prejuízos temos: diminuição da ingestão de alimento, menor taxa de crescimento, perda de peso e composição da carcaça, redução do crescimento da lã, baixa fertilidade e produção leiteira, gastos em medicamentos e tratamentos veterinários e uma alta prevalência de animais doentes e mortes o que constitui a parasitose como uma questão de má condição de bem-estar na criação ovina (CHARLIER et al., 2014; DE OLIVEIRA et al., 2017; RAINERI; NUNES; GAMEIRO, 2015).

Para enfrentar este problema a estratégia mais comum e tradicional no Brasil e em grande parte do mundo, é baseada na diminuição da carga parasitaria mediante protocolos com medicamentos anti-helmínticos. No entanto, a combinação entre o uso inadequado destes

medicamentos e a não implementação conjunta de diferentes estratégias de controle parasitário, tem feito com que hoje o problema persista e se agrave pelo surgimento de populações de parasitas resistentes a maior parte das moléculas químicas usadas como anti-helmínticos (BICHUETTE et al., 2015; FROTA BATISTA; NEVES; LOPES DE MENDOÇA, 2016; NEVES et al., 2014).

A ineficácia dos anti-helmínticos na atualidade tem feito com que a dosagem e a frequência de uso aumentem, gerando não só desperdício de dinheiro, mas também um forte impacto negativo no meio ambiente. Os resíduos químicos atingem facilmente o solo e a água afetando de diversas formas os organismos que neles habitam, e alterando negativamente as dinâmicas ecológicas, dentre elas, aquelas que permitem a ciclagem de nutrientes da matéria fecal (BEYNON et al., 2012a, 2012b; GOODENOUGH; WEBB; YARDLEY, 2019).

Os resíduos químicos derivados dos anti-helmínticos constituem-se também como um risco à saúde pública podendo causar intoxicação aguda por exposição direta ou intoxicação crônica por bioacumulação, devido a exposição constante a alimentos com resíduos químicos (DA SILVA; MOREIRA; PERES, 2012; KÖKSAL et al., 2016; SIROKA; SVOBODOVA, 2013).

Devido à insuficiência desta abordagem reducionista para o controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos, tem se trabalhado em abordagens mais complexas baseadas no conhecimento da ecologia dos parasitas de importância para ovinos e as dinâmicas que favorecem ou desfavorecem a aparição da doença dentro do contexto da criação animal (AMARANTE; SALES, 2007; SANTOS; SILVA; AMARANTE, 2012).

Um plano de controle integral de endoparasitas deve ser contemplado com estratégias complementares: a seleção de animais resistentes a parasitas como critério de melhoramento genético no rebanho, planos de vermifugação seletiva em animais susceptíveis, manejo estratégico da pastagem com rotação de piquetes, suplementação nutricional priorizando os animais mais susceptíveis em momentos críticos, diagnóstico adequado do status da criação em termos de parasitas presentes e a sua resistência aos anti-helmínticos e o uso de fitoterapia e de homeopatia (CABARET; MAGE; BOUILHOL, 2002; CHARLIER et al., 2014; MARTINS COSTA; AMARANTE, 2015; MOLENTO et al., 2011; VERSCHAVE et al., 2015).

Neste sentido, o presente estudo procura aprofundar o conhecimento da ecologia dos nematódeos gastrintestinais de maior importância na criação de ovinos em área litorânea no sul do Brasil, em Florianópolis, Santa Catarina. Especificamente, avaliar o efeito de diferentes leguminosas forrageiras na sobrevivência e na migração de larvas infectantes (L3), com o

intuito de estabelecer planos forrageiros que favoreçam a descontaminação da pastagem e, ao mesmo tempo proporcionem uma dieta de alta qualidade aos animais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Principais Nematódeos Gastrintestinais

Os nematódeos gastrintestinais pertencem a ordem Strongylida que além de parasitar mamíferos também afeta aves e répteis, demonstrando a sua história evolutiva e a sua capacidade de adaptação em diferentes animais (SUÁREZ et al., 2007).

Dentre as oito superfamílias da ordem Strongylida, a Trichostrongyloidea contém a maior parte dos gêneros de parasitas de interesse em ovinos: *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp. e *Ostertagia* spp. Por outro lado, a superfamília Strongyloidea contém o gênero *Oesophagostomum* (RAMOS et al., 2004; SUÁREZ et al., 2007) que também possui grande relevância na criação de ovinos.

Os parasitas da superfamília Trichostrongyloidea são monóxenos e o seu ciclo de vida se dividem numa fase interna ou parasitária e uma fase externa ou de vida livre. Na fase interna, as L3 ingressam no hospedeiro por via oral ou percutânea, para posteriormente colonizar a mucosa do trato gastrintestinal, alcançando a forma de larva de quarto estágio (L4), para finalmente emergir ao lúmen gastrintestinal na forma de juvenis que serão adultos rapidamente. Os ovos produzidos pelos adultos são eliminados nas fezes do hospedeiro, dando início a fase externa ou de vida livre que envolve cinco estádios do parasita: ovo modulado, ovo embrionado e larvas de primeiro (L1), segundo (L2) e terceiro estágio ou larva infectante (L3) (AMARANTE, 2014).

As diferentes espécies de parasitas colonizam regiões específicas do trato gastrintestinal, sendo que normalmente as infecções parasitárias são mistas, o que resulta em alterações fisiopatológicas e clínicas correspondentes aos seus agentes causadores (AMARANTE; SALES, 2007).

O *Haemonchus contortus* se estabelece no abomaso e tem hábitos hematófagos, sendo que parasitas adultos podem sugar 0,03 ml de sangue por dia (EMERY; HUNT; LE JAMBRE, 2016). Os sinais clínicos associados são anemia e edema submandibular. Geralmente, a morte está associada em cordeiros com mais de 3.000 ovos por grama de fezes (OPG) e ovinos adultos com 9.000 OPG (AMARANTE; SALES, 2007). As fêmeas podem depositar de 5.000 a 6.000 ovos por dia no abomaso que são eliminados pelas fezes (EMERY; HUNT; LE JAMBRE, 2016; OSAKA et al., 2008).

Trichostrongylus colubriformis e *Cooperia* ssp. se estabelecem no terço inicial do intestino delgado causando necrose na mucosa intestinal, provocando alteração na digestão e

na absorção de nutrientes. Os danos na mucosa intestinal e as mudanças imunopatológicas associados a *T. colibriformis* podem reduzir em 37% o ganho diário de peso e diminuir a eficiência da conversão alimentar significativamente em cordeiros. Os animais podem apresentar diarreia, exsudação de proteínas, edema submandibular e anorexia (CARDIA et al., 2011). São considerados patogênicos em altas cargas ou em infecções mistas (AMARANTE; SALES, 2007; CRAIG, 2017).

Trichostrongylus axei e *Ostertagia* spp. se estabelecem dentro da mucosa do abomaso causando lesões no epitélio e nas células parietais causando distúrbios digestivos, relacionados principalmente com a diminuição do pH do abomaso e deficiências na digestão proteica, predispondo à infecções bacterianas secundárias. As consequências das gastroenterites parasitárias por estes nematódeos são diarreia e perda de peso (BOWMAN, 2008).

Oesophagostomum spp. se estabelece inicialmente no intestino delgado e posteriormente faz uma segunda migração ao intestino grosso, em ambas as regiões produz nódulos na mucosa intestinal, no lugar aonde a larva foi encistada para fazer a fase histotrófica. Estes nódulos são caseosos e de tamanho maior na mucosa do intestino grosso. É considerado altamente patogênico para ruminantes (AMARANTE, 2014).

Nas regiões tropicais e subtropicais, as espécies de maior preocupação pela sua prevalência, seu potencial patogênico e sua resistência aos anti-helmínticos mais utilizados são: *Haemonchus contortus* e *Trichostrongylus* spp. (DUARTE et al., 2012; RAMOS et al., 2004). Enquanto que em regiões temperadas o gênero *Ostertagia* spp. é o de maior prevalência (CRAIG, 2017). No Brasil este gênero tem sido reportado no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (AMARANTE, 2014; RAMOS et al., 2004).

No entanto, alguns estudos evidenciam que estas prevalências podem variar conforme ao tipo de criação. Por exemplo, maior diversidade em gêneros e espécies de nematódeos se apresenta em criações orgânicas o com o menor uso de anti-helmínticos, quando comparado com criações convencionais e com uso corriqueiro de antiparasitários (CABARET; MAGE; BOUILHOL, 2002). O mesmo ocorre em criações mistas aonde ovinos e bovinos compartilham a pastagem (GIUDICI et al., 1999). Nesse sentido é fundamental considerar a importância de gêneros de nematódeos que muitas vezes não são considerados como relevantes nas criações ovinas no Brasil, como: *Cooperia* spp., *Oesophagostomum* spp. e *Ostertagia* spp. (AMARANTE; SALES, 2007).

2.2 Desenvolvimento Larval de Nematódeos Gastrintestinais

O desenvolvimento da larva acontece dentro das fezes. A taxa de desenvolvimento varia conforme as condições ambientais e as condições próprias das fezes, sendo que elas proveem proteção, ao mesmo tempo em que proporcionam condições estimulantes à eclosão dos ovos e ao desenvolvimento larval (SUÁREZ et al., 2007).

Em geral, a taxa de desenvolvimento das larvas na pastagem é baixa. Em São Paulo (ROCHA et al., 2008, 2014a) encontraram que ao longo do ano as taxas de recuperação de L3 de *Trichostrongylus colubriformis* nas fezes variaram entre 0 e 6,7%. Maiores taxas aconteceram em parcelas com maior altura das plantas, na segunda semana após deposição das fezes no verão, na presença de temperaturas medias de 22,6 °C e de precipitações de 40,7 mm. Já as menores taxas foram obtidas no inverno que apresenta características secas nesta região.

As condições climáticas chamadas de “favoráveis” variam dependendo do gênero de nematódeo (LEATHWICK, 2013). A partir de dados já publicados foi determinado um modelo para identificar a influência da temperatura no desenvolvimento e na sobrevivência dos estádios pré-infectantes de *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp. e *Ostertagia* spp. na presença de umidade constante e não limitante. Foi reportado que a taxa de desenvolvimento aproximou-se de zero quando a temperatura foi de 4 °C, 8 °C e 9 °C para *Ostertagia* spp., *Trichostrongylus* spp. e *Haemonchus* spp., respectivamente. As temperaturas ótimas para o desenvolvimento foram de 16 °C, 18 °C e 22 °C para *Ostertagia* spp., *Trichostrongylus* spp. e *Haemonchus* spp., respectivamente. Estes valores coincidem com os intervalos de “temperatura amena” descrita por Suárez et al. (2007), entre 15 °C a 33 °C e entre 23 °C e 37 °C para *Trichostrongylus* spp. e *Haemonchus* spp., respectivamente, quando combinado com umidade entre 60 e 70%.

Temperaturas oscilantes resultam em uma menor taxa de desenvolvimento de ovo a L3 quando comparado com temperaturas constantes, sendo que quanto maior a oscilação, maior a redução da taxa de desenvolvimento. Esta diminuição é maior em temperaturas baixas (LEATHWICK, 2013). Esta constatação se complementa com o destaque relatado por (O’CONNOR; WALKDEN-BROWN; KAHN, 2006) na sua revisão: fatores que promovam a evaporação lenta e a umidade constante irão favorecer o desenvolvimento e a sobrevivência da larva no ambiente.

Em condições não favoráveis as L1 e L2 morrem facilmente, porém os ovos morulados conseguem sobreviver por longos períodos na proteção do bolo fecal, sendo as fezes um importante reservatório de ovos e larvas infectantes em algumas regiões (AMARANTE, 2014). Ramos et al. (1993) encontraram que na região de Lages em Santa Catarina as fezes de bovinos

podem agir como reservatório de ovos de duas a seis semanas, e que o 72% das fezes são reservatório de larvas por mais de 40 dias, sendo que 29% das fezes podem atingir de 80 a 170 dias como reservatórios. Rocha et al., (2014) no estudo citado anteriormente recuperaram L3 nas fezes por até 16 semanas, após a deposição das fezes em todas as estações do ano, menos no inverno que teve semanas sem recuperação de larvas devido a escassez de umidade. Os autores associaram a recuperação tardia das larvas na 12^a semana devido a ocorrência de chuvas, após 8 meses de seca e a presença de fezes intactas no final das coletas no inverno. Na estação seca da Baixada Fluminense constatou-se que as fezes de ovinos permaneceram como reservatório de L3 por 11 semanas. *Trichostrongylus* spp. foi o gênero mais resistente considerando a presença de *Haemonchus* spp., *Oesophagostomum* spp. e *Cooperia* spp. (ALMEIDA et al., 2005).

O índice pluviométrico é outro fator que influencia o desenvolvimento das larvas, principalmente ao ajudar na desintegração das fezes e na liberação das larvas no pasto. Em um estudo que mediram a velocidade de eclosão dos ovos e de migração das larvas, foi possível concluir que na temporada de chuvas foram registrados, mais rapidamente, uma maior quantidade de larvas no pasto devido a maior umidade ambiental (SANTOS; SILVA; AMARANTE, 2012). É a intensidade, a quantidade de chuvas e a sua relação com a evaporação, principalmente na primeira semana após a deposição das fezes, que possui maior influência sobre o desenvolvimento e a sobrevivência larval de nematódeos gastrintestinais (O'CONNOR; WALKDEN-BROWN; KAHN, 2006).

2.3 Migração e Sobrevivência da L3 de Nematódeos Gastrintestinais

A migração larval faz referência a saída da L3 das fezes e o seu deslocamento posterior no ambiente. Inicialmente as condições das fezes e o ambiente condicionam essa etapa, sendo que as fezes úmidas que permitem a saída da larva do bolo fecal. A presença de chuvas suaves e constantes que favoreçam a desintegração gradual das fezes e temperaturas amenas são indispensáveis para esta primeira etapa de desenvolvimento (SILVA et al., 2008). A umidade se constitui como principal fator limitante em regiões áridas ou semiáridas, assim como em estações secas, aonde as precipitações implicam na liberação das larvas retidas nas fezes (ALMEIDA et al., 2005; DA ROCHA et al., 2014a; VAN DIJK; MORGAN, 2011).

Num experimento em condições laboratoriais com temperatura de 20-24 °C e umidade relativa de 71-83% foi observado que em fezes úmidas, as larvas migram rapidamente quando comparado com fezes secas. No caso das fezes úmidas, a recuperação de larvas nas fezes

diminuiu rapidamente até o terceiro dia e nas fezes secas a recuperação de larvas nas fezes não declinou nos primeiros sete dias, demonstrando a influência da umidade na migração das larvas para o pasto (VAN DIJK; MORGAN, 2011). Numa série de estudos em laboratório para avaliar o requerimento de umidade na migração de *Haemonchus contortus*, comparou-se a migração de L3 desde o dia zero até o dia nove, entre fezes com 55-66% e fezes com 98% de umidade em temperatura constante de 25-27 °C. Encontrou-se uma maior migração nas fezes com alta umidade. No nono dia, ambos os tratamentos foram submetidos a 20 mm de chuva simulada e a migração larval continuou sendo maior no tratamento com alta umidade fecal. Menos de 10% do total de larvas recuperadas migrou antes da simulação de chuva (WANG et al., 2014).

Após a saída das fezes a distribuição das larvas é explicada inicialmente por um movimento errático, estabilizando-se em lugares com pouca variação de temperatura e alta umidade. Assim elas migram no eixo vertical nas duas direções, sendo que o movimento em direção o solo é limitado pela impedância oferecida pelo solo e para cima pelas condições climáticas, especialmente a umidade. Já no eixo horizontal, as variações climáticas não variaram tanto e por esse motivo elas não migraram muito neste eixo (CROFTON, 1946). No entanto, a porcentagem de larvas que consegue migrar na planta parece ser muito baixo e mesmo que alguns autores afirmem que a maior parte das larvas permanece nos estratos baixos da planta, outros tem mostrado que elas podem se distribuir de diversas maneiras, segundo as condições microclimáticas e características específicas das plantas.

Em estudos em laboratório, Silangwa e Todd (1964), encontraram que 1,36% das larvas tiveram êxito em subir nas plantas com umidade de 95% e só 0,06% tiveram êxito na presença de 54% de umidade. Em relação a temperatura, 0,13% das larvas migraram com temperaturas de 4 °C, enquanto que 2,54% migraram com 27 °C. Finalmente, 90% das larvas recuperadas ficaram na primeira porção do caule. Niezen et al., (1998) reportaram taxas de recuperação máxima de 0,9% e observaram maior recuperação de larvas no estrato inferior da planta (0-5 cm acima do solo). Oliveira et al., (2009) avaliaram durante quatro semanas no verão a migração de *Haemonchus contortus* em cinco forrageiras e em três estratos: 0-10 cm, 10-20, >20. Os autores observaram que as larvas migraram em todos os estratos com maior concentração no estrato inferior, independente da espécie de forrageira e da semana de avaliação.

Rocha et al., (2008) estudaram a migração vertical de *Trichostrongylus colubriformis* a partir de fezes contaminadas e observaram que as larvas se distribuíram de maneira diferente no pasto ao longo das quatro estações do ano. Durante o outono, com temperaturas médias de

14,9 °C umidade acima de 60% e 22,7 mm de chuva, foram encontradas L3 em todos os estratos das gramíneas; na primavera com 20,6 °C de temperatura média, umidade maior a 50% e 24,9 mm de chuva, a maior parte das larvas foram encontradas no estrato superior das gramíneas; no verão e no inverno sem chuvas registradas, só recuperaram-se poucas larvas no estrato 0-7 cm e 7-14 cm acima do solo, respectivamente.

Mesmo que a umidade seja um fator limitante na migração larval, vários autores tem encontrado que mesmo sendo vantajoso, não é necessário a presença de uma película de água na superfície da planta para a larva migrar (SILANGWA; TODD, 1964; WANG et al., 2014).

Tem sido evidenciado que as chuvas favorecem a migração das L3, mas quando são fortes e prolongadas podem carrear as larvas, dificultando o seu acesso ao topo das plantas (SANTOS; SILVA; AMARANTE, 2012). Uma vez que as larvas migrem na planta, elas tendem a ficar inativas, o que favorece a otimização das reservas energéticas, diante da sua impossibilidade de se alimentar e adicionalmente favorecer o contato com o potencial hospedeiro.

Krecek et al., (1991) avaliaram ao longo de um ano a migração de larvas de *Haemochus contortus* e *Haemonchus placei* em pastagens irrigadas e não encontraram diferenças entre as horas do dia, nem no estrato da planta. Amaradasa et al. (2010) inocularam larvas de *Haemonchus contortus* diretamente no solo e avaliaram a migração vertical na pastagem em cinco estratos da planta, em cinco momentos do dia, durante 21 dias. Não foram encontradas diferenças no estrato, nem no momento do dia, mas foram observadas diferenças entre os dias, sendo que as recuperações de L3 foram maiores em dias de chuva ou com precipitação prévia.

Em clima subtropical, Ramos et al. (1993), num estudo epidemiológico em Lages, SC, encontraram que as L3 sobreviveram normalmente entre 100 a 210 dias no pasto dependendo da época do ano, sendo que na primavera e no início do verão a sobrevivência foi menor que 60 dias. Da mesma forma, Souza et al. (2000) avaliaram o período de descontaminação das pastagens naturais em Lages-SC desde 1991 a 1996 em relação aos nematódeos gastrintestinais. Eles observaram que foram necessários 70 a 84 dias no verão, 112 a 126 dias no outono, 98 a 112 dias no inverno e 42 a 45 dias na primavera para descontaminar o pasto por nematódeos gastrintestinais de ruminantes.

Em Botucatu, SP, Carneiro e Amarante (2008) relataram que o pico de L3 de *Haemonchus contortus* no pasto aconteceu normalmente após quatro semanas da deposição das fezes, e que a recuperação de larvas do pasto depois da semana 8 foi nula ou quase nula. Eles

concluíram que as condições mais favoráveis para as larvas foram temperaturas médias em torno de 17 °C, acompanhadas de baixas precipitações pluviométricas. As temperaturas mais altas e as precipitações elevadas foram desfavoráveis para a recuperação de L3 na pastagem. Na mesma região, Rocha et al. (2008)(ROCHA et al., 2008), no verão encontraram que o pico de recuperação de *Trichostrongylus colubriformis* no pasto aconteceu na segunda semana após a deposição das fezes, e uma vez no pasto sobreviveram por 70 a 84 dias. Rocha et al. (2014) encontraram que na primavera as L3 de *T. colubriformis* sobreviveram por quatro semanas, após contaminação com fezes em todas as espécies forrageiras avaliadas, e na 12ª semana não recuperaram mais larvas no pasto.

Na estação seca da baixada fluminense, Almeida et al. (2005) encontraram que as L3 sobreviveram no pasto de 35 a 133 dias, sendo que as larvas provenientes de fezes de bovinos sobreviveram por mais tempo quando comparada com as larvas provenientes de fezes de caprinos e de ovinos. Essa sobrevivência também variou segundo o gênero de nematódeo sendo o que menos sobreviveu foi *Oesophagostomum* spp., seguido por *Haemonchus* spp. e finalmente *Trichostrongylus* spp. foi o mais resistente as condições de seca. As L3 podem sobreviver a períodos de desidratação e reidratação por conta da proteção concedida pela bainha, porém as L3 morrem ao serem submetidas a luz direta do sol (AMARANTE, 2014; CHYLINSKI et al., 2014). Segundo Amaradasa et al. (2010) e Krecek et al. (1991) quando as condições climáticas são adversas para a migração das larvas, tem se observado que o solo se constitui como reservatório de larvas infectantes, podendo sobreviver ali por no mínimo 21 dias.

Em geral o desenvolvimento, a migração e a sobrevivência das L3 variam conforme as condições climáticas, as características das fezes e o gênero de nematódeo, mas o tipo de cobertura do solo pode modificar o impacto das condições climáticas externas impactando na dinâmica de sobrevivência das larvas.

2.4 Influência de Diferentes Forrageiras na Migração e na Sobrevivência das L3

As condições micro climáticas podem ter um impacto maior sobre os nematódeos do que as condições macro climáticas (LEVINE; TODD, 1975; WANG et al., 2018a). O microclima é determinado principalmente pelo pasto que cobre o solo. A diferença da temperatura registrada na ponta das folhas e a registrada na base da planta pode variar até 12 °C, tanto aumentando como diminuindo. A umidade e a luz apresentam um gradiente entre as pontas e a base das plantas, sendo que a umidade na base da planta é sempre maior que a

umidade do ar externo, assim como quantidade de luz que logra penetrar no dossel, diminui rapidamente a partir da metade da planta até a base (CROFTON, 1946).

As diferenças entre o clima no interior do dossel e o clima externo podem variar conforme a planta que compõe a pastagem, as características morfológicas e estruturais da planta, tipo de crescimento, densidade e altura. Neste mesmo sentido, a variabilidade nestas características influencia no êxito da migração das L3 de nematódeos gastrintestinais na pastagem.

A quantidade de larvas na pastagem tem sido associada com o tipo de folha, maior número de larvas migraram na *Festuca arundinacea* quando comparada com *Bromus inermis* L (SILANGWA; TODD, 1964). Estes autores relacionaram esta diferença devido a maior retenção de umidade por parte das folhas com nervuras em alto relevo presentes na festuca, em comparação com as folhas lisas da *Bromus inermis* L. Por outro lado, Rocha et al., (2014) reportaram que o maior número de larvas foram encontradas em *Panicum maximum* cv. Aruana, quando comparadas com *Brachiaria decumbens* cv. Australian e *Cynodon dactylon* cv. Coast cross. Os autores associaram estes resultados com a presença de folhas lisas no Aruana que poderiam ter significado menos obstáculos para a larva durante a migração.

Pastos com folhas de tipo lanceoladas e trifolhadas também criam condições diferentes no seu dossel, sendo que plantas trifolhadas tendem a isolar melhor o ambiente interno do externo e a reter melhor a umidade, propiciando menor variação de temperatura no pasto. Dessa forma, este microclima pode agir como refúgio para a fauna e microfauna, inclusive em períodos de seca (KNAPP-LAWITZKE et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2009).

O tipo de crescimento que a forrageira apresenta também pode ter influência na migração das larvas. Plantas de crescimento ereto desfavoreceram a migração das larvas quando comparadas com plantas estoloníferas. Os autores relacionaram estes resultados com o fato de que as estoloníferas tendem a formar uma massa vegetal fechada, o que diminui a penetração da radiação solar e mantém um clima favorável para as larvas no interior do dossel (NIETO et al., 2003).

Também tem sido encontrado que a altura da planta tem influência no desenvolvimento, na migração e na sobrevivência das larvas. A maior altura do capim é mais favorável à sobrevivência larval, provavelmente por providenciar melhores condições de umidade e temperatura constantes e maior proteção da luz solar.

Silangwa e Todd (1964) recuperaram maior número de larvas quando inocularam L3 em plantas com altura de 20 cm, quando comparado com plantas de 15 cm. Carneiro e Amarante

(2008) recuperaram maior número de larvas em pastos com altura de 30 cm em comparação a pastos de 5 cm, este resultado foi independente da época do ano e da espécie de planta. Rocha et al. (2008) estudaram ao longo de 16 semanas no verão e no outono, em três gramíneas a sobrevivência e a migração de *T. colubriformis*. Avaliando também duas alturas de pasto, 5 e 30 cm, os autores não encontraram diferença na concentração de L3 na pastagem nas duas alturas, mas sim nas fezes. Foram recuperadas maior número de L3 nos tratamentos com altura maior ao longo do experimento, independente da espécie forrageira.

A densidade da pastagem parece ser um fator importante, sendo que densidades maiores favorecem a sobrevivência e a migração larval (SILANGWA; TODD, 1964). Estes autores avaliaram sobre condições controladas de temperatura e umidade a migração em duas densidades. O maior número de L3 recuperadas foi em vasos contendo 20 folhas de pastagem, quando comparado com vasos contendo cinco folhas. O maior êxito das L3 na pastagem mais densa pode ser resultado da maior probabilidade de encontrar os caules das plantas dado o movimento errático que as larvas apresentam, mas também pode ser resultado de melhores condições de umidade, temperatura e luz.

A espécie forrageira pode influenciar também a desintegração das fezes, o que influencia no desenvolvimento e na migração das L3. Williams e Warren, (2004) testaram o efeito de quatro espécies forrageiras na taxa relativa de desintegração das fezes. Este processo foi mais lento na *Cichorium intybus* do que no *Lolium perenne* e esse resultado esteve associado a maior apresentação de invertebrados nas parcelas com *Lolium perenne*. Rocha et al., (2008) observaram uma desintegração das fezes mais rápida em pasto *Cynodon dactylon* (Coast-cross), quando comparado com *Brachiaria decumbens* (Australiana) e *Panicum maximum* (Aruana). Os autores relacionaram esta diferença devido possivelmente a maior presença de coprófagos no Coast-cross.

Para outros autores, o número de larvas recuperadas no solo não tem sido relacionado ao tipo de forrageira (MARLEY et al., 2006a; NIETO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2009), e assim mesmo a sobrevivência das larvas ao longo do tempo na pastagem parece ser independente do tipo de forrageira (KNAPP-LAWITZKE et al., 2014; MARLEY et al., 2006a; NIETO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2009).

2.5 Considerações Para o Controle Integral dos Nematódeos Gastrointestinais

É importante considerar que a apresentação da doença é determinada por dois aspectos segundo Suarez (2007): carga parasitária do hospedeiro e a contaminação ambiental por estágios de vida livre no ambiente.

A carga parasitária do hospedeiro vai depender de características do animal referentes a raça, o sexo, a idade, os estados imunitário, nutricional e fisiológico que irão determinar a taxa de estabelecimento de L3 no organismo. Adicionalmente, a carga parasitária dependerá de características do parasito referentes a densidade e capacidade de imunomodulação, determinando a adaptação e a longevidade dos adultos dentro do organismo (BARRIGA, 1984). A partir destas variáveis depende a apresentação clínica da doença e a contaminação do ambiente dada pelo número de ovos eliminados nas fezes dos animais parasitados (SUÁREZ et al., 2007).

As características ligadas a eficiência da resposta imune do hospedeiro se expressam de maneira diferentes. Estas refletirão na taxa de estabelecimento de L3 no trato gastrointestinal, nos aspectos clínicos da doença e no número de ovos excretados nas fezes (SUÁREZ et al., 2007).

Dois são os momentos de grande susceptibilidade dentro da criação ovina: os animais jovens, principalmente após o desmame e as ovelhas no periparto (OLIVEIRA; MIGUEL; ALVES, 2019; ROCHA; AMARANTE; BRICARELLO, 2004). As ovelhas são poliéstricas estacionais, sendo que a diminuição do fotoperíodo estimula a apresentação do cio. Por esse motivo a estação de monta no Brasil ocorre entre março e maio, concentrando a temporada de parições de agosto a outubro. Nesse sentido o fenômeno de periparto acontece nos meses de agosto/setembro e outubro, correspondente ao final do inverno e início da primavera (AMARANTE, 2014; OSAKA et al., 2008). Nesses meses a excreção de ovos nas fezes será alta, como consequência a contaminação da pastagem aumenta consideravelmente incrementando o risco de doença nos animais mais susceptíveis no verão: cordeiros jovens em época de desmame, prática realizada em novembro/dezembro/janeiro (AMARANTE, 2014; OSAKA et al., 2008).

Uma das consequências da parasitose é a diminuição da ingestão de alimento, o que torna ainda mais indispensável o fornecimento de alimento de alta qualidade nutricional para animais já acometidos pela verminose (BRICARELLO, 2015; HOSTE et al., 2016). Este fato é mais crítico em ovelhas no período de periparto, que diminuem a sua capacidade de consumo

e, pelo contrário, os seus requerimentos energéticos aumentam, como também acontece em ovelhas lactantes (ROCHA; AMARANTE; BRICARELLO, 2004).

Durante o desmame de cordeiros, se apresenta outro momento crítico de especial atenção nutricional (OLIVEIRA; MIGUEL; ALVES, 2019). A mudança, mesmo que gradual, na dieta, somada às demandas energéticas próprias do crescimento e a presença de um sistema imune ainda imaturo, resultam em alta susceptibilidade para esta categoria de animais.

A melhora da qualidade da dieta fornecida aos animais, especialmente o incremento da proteína metabolizável é um elemento chave para reduzir a incidência de doenças parasitárias e controlar os efeitos que elas podem causar no animal (HOSTE et al., 2016). Cordeiros de raça Santa Inês e Ile de France alimentados com dietas contendo alta proteína metabolizável incrementaram a sua capacidade de resistir aos efeitos fisiopatológicos causados pela infecção com *Haemochus contortus*. O incremento do conteúdo proteico nas dietas de animais em crescimento pode aumentar a resistência e a resiliência às parasitoses gastrintestinais (BRICARELLO et al., 2005).

Por outro lado, a contaminação parasitária no ambiente, ou seja, o número de L3 disponíveis no pasto dependerá do número de ovos eliminados, a resistência de cada estágio de vida livre, as condições climáticas e a capacidade de migração de L3 no pasto. Sabendo que só 5% dos parasitas encontram-se no animal e 95% no ambiente, a sazonalidade vai se expressar principalmente conforme as condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento de larvas de vida livre que resultarão em L3 disponíveis aos hospedeiros em determinado momento (O'CONNOR; WALKDEN-BROWN; KAHN, 2006; OSAKA et al., 2008).

Nessa lógica a contaminação por nematódeos deve ser entendida como um problema multifatorial, e a sua abordagem deve ser através de planos de controle integral, que intervenham de maneira sinérgica nas duas fases do ciclo de vida destes parasitas (AMARANTE; SALES, 2007; CEZAR; CATTO; BIANCHIN, 2008).

Martins Costa e Amarante (2015) citaram diferentes estratégias que podem ser segregadas em dois grupos segundo o tipo de abordagem. O primeiro visa reduzir o número de L3 disponíveis no ambiente ou o contato do animal com elas, e o segundo, reduzir a taxa de estabelecimento e o êxito reprodutivo dos parasitas no interior do animal, o que será diretamente proporcional aos efeitos causados na saúde e na produtividade animal (SUÁREZ et al., 2007).

O manejo da pastagem baseado no conhecimento epidemiológico e ecológico dos parasitas gastrintestinais que busca priorizar a alta qualidade nutricional da dieta dos animais mais susceptíveis são considerados fundamentos para elaboração de estratégias sistêmicas de

controle de parasitas. Sendo assim, o estudo da ecologia das larvas no seu estágio de vida livre é fundamental para construir estratégias de controle parasitário (ROCHA et al., 2012).

2.6 Leguminosas e Seu Potencial no Controle de Nematódeos Gastrintestinais

As leguminosas são de alto interesse para os sistemas pastoris por diversos motivos. Um deles é a sua característica de fixação do nitrogênio, o que termina incrementando a qualidade da pastagem em termos de produção e de valor nutricional. Outro fator que torna interessante pastagem com leguminosas é que, especialmente, as leguminosas de clima temperado tem como característica frequente a alta palatabilidade e a aceitação pelo ruminante (GLIENKE; ROCHA, 2009), além de ser consideradas como nutracêuticos para alguns autores (ATHANASIADOU; HOUDIJK; KYRIAZAKIS, 2008; WANG; MCALLISTER; ACHARYA, 2015). Podem ser usadas para pastoreio direto, em cultivo exclusivo ou em consórcios, como banco de proteína ou em forma de feno e silagem (CARVALHO et al., 1996). Estas plantas, pelo seu alto teor de proteína bruta, também funcionam como suplementação proteica (ATES et al., 2017; OLUBUNMI et al., 2019). A introdução de leguminosas na pastagem pode interferir no controle de nematoides em ovinos desde a fase de vida livre até a fase de vida parasitária. As propriedades nutracêuticas de um alimento na medicina veterinária fazem referência a combinação entre o valor nutricional e efeitos benéficos na saúde animal, normalmente relacionados a metabólitos secundários ou compostos bioativos das plantas. Estes alimentos podem ser manipulados diretamente como parte da dieta do animal ou subministrados na forma concentrada, após ser extraído o composto bioativo (HOSTE et al., 2015).

A família das Fabáceas tem sido amplamente estudada pelas suas propriedades bioativas no controle das nematódeos gastrintestinais, especialmente pelo seu conteúdo de taninos e flavonóides (NIEZEN et al., 1995; OLIVEIRA et al., 2011; WANG; MCALLISTER; ACHARYA, 2015). Podem agir de forma direta: interagindo com as proteínas de superfície dos nematódeos interferindo em processos fisiológicos fundamentais para sua sobrevivência e reprodução, ou indiretamente; melhorando a imunidade do hospedeiro mediante o aumento da disponibilização de proteína na dieta (HOSTE et al., 2012).

No entanto, estes compostos podem também estar associados a efeitos negativos como a diminuição da ingestão e da digestibilidade do alimento. Atualmente o uso de leguminosas, do ponto de vista da aplicação de suas propriedades nutracêuticas, tem sido amplamente estudado visando o estabelecimento do melhor manejo destas plantas nas condições de campo no contexto da criação animal. Esta área do conhecimento precisa ser mais estudada para

estabelecer a forma mais segura e eficiente de inserir leguminosas com características bioativas (RAHMANN; SEIP, 2007). Por outro lado, estas plantas, pelo seu alto teor de proteína bruta, também funcionam como suplementação proteica.

A suplementação proteica, de vitaminas e minerais proveniente das leguminosas é fundamental para aumentar a resiliência dos animais expostos aos nematódeos (SYKES, 2010). Este efeito da proteína está associado ao fortalecimento do sistema imune, devido ao fato de que a maior parte dos seus componentes e processos se compõem ou requerem aminoácidos, minerais e vitaminas (HOSTE et al., 2012). Diferentes estudos tem mostrados que a suplementação proteica com leguminosas tem um efeito na redução da excreção de ovos e do número de nematódeos adultos encontrados no animal (BRICARELLO et al., 2005; WANG; MCALLISTER; ACHARYA, 2015).

Além dos efeitos metabólicos benéficos que as leguminosas têm sobre o controle interno dos nematódeos, elas podem também interferir na fase de vida livre dos parasitas contribuindo com o seu controle integral. É inerente à introdução de leguminosas no pasto o aumento da biodiversidade vegetal. Um dos reflexos de uma maior diversidade na comunidade vegetal é o aumento da diversidade de organismos componentes da biota do solo (SCHULTZE-KRAFT et al., 2018). O enriquecimento da biota pode resultar em relações ecológicas de interesse à criação, como relações de predação e parasitismo aos nematódeos.

Niezen et al. (1998) pesquisando a respeito da dinâmica populacional de larvas de *Trichostrongylus* em pastagem, observaram que o número de minhocas nas amostragens está diretamente relacionado com o tamanho da população de larvas recuperadas na matéria verde do pasto e que quanto maior a densidade de minhocas em determinado terreno menos volumosa será a população de nematoides.

Um outro exemplo são os fungos nematófagos, Hay et al. (1998) ao recuperarem amostras de fezes de ovinos dispostas em parcelas em fazenda na Nova Zelândia, puderam verificar que em janeiro, após oito dias da disposição das fezes, 35% das mesmas continham fungos nematófagos e que aos 32 dias estes ocupavam 72% dos bolos fecais. Nas análises de abril os mesmos autores encontraram taxas ainda maiores de ocupação por estes fungos, nessa época do ano um dia após a disposição das fezes 36% tinham presença destes fungos, e com 8 dias 63% estavam ocupadas pelos nematófagos.

As leguminosas fazem parte da classe Dicotiledônia e podem ser plantas de pequeno porte, arbusto ou árvores. A raiz principal possui grande desenvolvimento e é chamada de pivotante, enquanto que as raízes adventícias normalmente estão ausentes. O caule das

leguminosas apresenta formas variadas, podendo ser estolonífero, escandentes (trepadeira) ou eretos. Também pode ser herbáceo, lenhoso, cilíndrico, anguloso, e geralmente a disposição das folhas nele é alternada. As folhas podem ser simples, quando tem um folíolo só, ou compostas podendo ter vários arranjos diferentes. A distribuição espacial e vertical das folhas pode variar também definindo a arquitetura da planta. As leguminosas podem ter ou não pubescências ou pilosidades que podem estar distribuídas em diferentes partes da planta e ter intensidade variável (GLIENKE; ROCHA, 2009).

Estas características morfológicas e estruturais conferem condições de entrada e distribuição da luz, do ar e retenção da humidade no interior do dossel da planta, criando microclimas variáveis assim como obstáculos físicos diferentes, que podem influenciar a sobrevivência e migração larval. Além disso, agregar valor em termos de nutrição dos animais e do solo (COSTA; DESCHAMPS; MORAES, 2012; OLIVEIRA et al., 2009).

2.7 Leguminosas Herbáceas de Interesse Forrageiro no Brasil

Segundo Carvalho et al. (1996) As leguminosas de clima temperado mais usadas no Brasil pela sua capacidade de adaptação são nessa ordem,

2.7.1 Trevo Branco (*Trifolium repens* L.)

O trevo branco é uma espécie nativa da Europa tendo sido cultivado no continente de forma ampla até o período pré-colonial. Mas foi a partir de sua naturalização nos Estados Unidos que passou a ser usada intencionalmente como melhoramento da qualidade da pastagem. É uma planta estolonífera, de crescimento rasteiro. Suas folhas são ovais, não possuem pubescências, são compostas por três folíolos, estão distribuídas ao longo do caule sempre combinadas com os nós, totalizando uma folha por nó e suas bordas são serrilhadas (GO BOTANY, 2020) como ilustrado na Figura 1.

A temperatura adequada para o seu desenvolvimento é de 20 a 25 °C e adapta-se bem em solos úmidos. É de ciclo hiberno-primaveril, devendo ser semeada de março a junho, e alcança a sua melhor produtividade na primavera. Os teores de proteína bruta vão de 18 a 25%, com digestibilidade de até 85%, produzindo de 7 a 11 t/ha de matéria seca. Em relação a submissão desta espécie ao pastejo, apresenta-se como persistente por resistir a desfolhação contínua, devido principalmente a distribuição das suas gemas resultantes da sua característica estolonífera. (CARVALHO et al., 1996).

No Brasil as principais cultivares utilizados são o Estanzuela Zapican (Uruguai) e BRS URS Entrevero (Embrapa) (FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R, 2012). Pela sua alta produção de matéria verde e seu potencial para produzir timpanismo ela é usada principalmente em consorcio com gramíneas ou em sistemas de banco proteico. Se sugere que o início do pastejo se de quando as planta tenham entre 20 e 30 cm do solo, deixando restevas de 10 cm para o posterior rebrote (DA FONSECA; AZEVEDO MARTUSCELLO, 2010; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R, 2012).

Figura 1. Trevo Branco (*Trifolium repens* L.)



Fonte: https://business.nmsu.edu/~dboje/448/quiz1_studyguide.html

2.7.2 Cornichão (*Lotus corniculatus*)

Originário ainda na antiga formação continental chamada Eurásia, o Cornichão tem seu centro de origem na Europa, mais especificamente no entorno do Mediterrâneo, e também na África Central (MERKOUROPOULOS et al., 2017). Possui ampla plasticidade fenotípica uma vez que ocupa atualmente todos os continentes, tal característica impõem aos indivíduos da população desta espécie ampla diversidade morfológica (ÁLVAREZ-VÁZQUEZ et al., 2018).

A cultivar adotada para o presente trabalho de pesquisa foi a São Gabriel, desenvolvida a partir dos programas de melhoramento da Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Possui folhas grandes e não possui rizomas. Apesar de apresentar problemas de persistência do ponto de vista da longevidade dos indivíduos, principalmente ligados a seu hábito de crescimento ereto, possui alta qualidade, longo período vegetativo, rápido crescimento inicial e boa capacidade de ressemeadura (SOSTER; SCHEFFER-BASSO; DALL'AGNOL, 2004).

É uma herbácea de crescimento ereto, que pode atingir de 30 a 70 cm. Seu caule é fino e as suas folhas são pequenas e compostas, apresentando três folíolos apicais e dois basais. A planta não apresenta pilosidades (Figura 2). É uma planta rústica que pode ser semeada em

solos pobres, tolera bem o frio, mas prefere o clima temperado. Não tolera sombreamento e pouco resistente ao pisoteio. Seu ciclo de melhor desenvolvimento na região sul do Brasil é entre agosto e dezembro. O seu teor proteico pode chegar a 24%, com uma digestibilidade de 86% e produção de 10-14 t/ha de matéria seca em monocultura (CARVALHO et al., 1996).

As folhas possuem um alto conteúdo de taninos, raramente são relatados casos de timpanismo o que favorece a utilização do cornichão em predominância na pastagem e incluso como monocultura (FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R., 2012). Ela pode ser usada para pastejo direto cuidando de manter uma área das folhas elevada e não remover seus pontos de crescimento, sendo recomendado o pastejo desde os 20 cm de altura até o início da floração, deixando restevras entre 7 a 10 cm. Esta planta é usada também para fenação (CARVALHO et al., 1996; FONSECA; AZEVEDO MARTUSCELLO, 2010).

Figura 2. Cornichão (*Lotus corniculatus* L.)



Fonte: <http://plantillustrations.org/>

2.7.3 Trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.)

Os primeiros registros do cultivo desta espécie datam do século XII, mas seus vestígios estão presentes em pastos europeus desde a Idade do Bronze (RIDAY, 2010). Possui seu centro de origem, assim como o Cornichão, no entorno do Mar Mediterrâneo (MCKENNA et al., 2018).

No Brasil são utilizadas as cultivares Kenland (sul dos EUA), Estanzuela 116 (Uruguai) e Quinqueli (Chile) (FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R., 2012). Esta planta tem crescimento ereto, podendo alcançar 80 cm de altura. Possui folhas trifoliadas, alternadas e contém pubescências como ilustrado na Figura 3. Tem um comportamento perene de ciclo curto ou bianual e seu ciclo vai do outono a primavera, podendo ser prolongado no

verão quando existem chuvas regulares, apesar de apresentar a melhor produtividade na temporada fria. O seu teor proteico é de 28% e sua produção em matéria seca pode atingir de 8 a 10 t/ha de matéria seca (CARVALHO et al., 1996).

Pelo seu alto teor de carboidratos solúveis, proteína degradável e baixa fibra, pastagens compostas por mais de 50% de leguminosas oferecem um alto risco de indução ao timpanismo agudo. Por este motivo o trevo vermelho é normalmente associado com outras leguminosas. Adicionalmente por ter menor persistência frente a pastoreio contínuo é frequentemente usada para construção de bancos proteicos, produção de feno e silagem (DA FONSECA; AZEVEDO MARTUSCELLO, 2010).

Das três leguminosas é a de mais fácil estabelecimento, principalmente pelo tamanho das suas sementes, podendo iniciar pastejo aos 90 dias de semeadura, sempre que as plantas apresentem alturas maiores a 15 cm. É recomendado deixar 10 cm de resteva (FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R, 2012) .

Figura 3. Trevo Vermelho (*Trifolium pratense* L.)



Fonte: <http://www.lizzieharper.co.uk/news/>

3 HIPÓTESES E OBJETIVOS

A dinâmica de migração e sobrevivência das larvas de nematódeos gastrintestinais que parasitam ovinos é diferente entre os tipos de pastagem.

3.1 Objetivo Geral

Determinar o efeito do cultivo das diferentes espécies de leguminosas forrageiras na sobrevivência e na dispersão na pastagem sob estágios de vida livre de nematódeos gastrintestinais dos ovinos.

3.2 Objetivos Específicos

Identificar diferenças na sobrevivência das larvas nas diferentes forrageiras ao longo do tempo.

Identificar diferenças no padrão de migração associadas às diferentes forrageiras ao longo do tempo.

Determinar os gêneros de nematódeos envolvidos na criação.

4 METODOLOGIA

Este experimento foi realizado no Núcleo de Pesquisa e Extensão em Agroecologia da Fazenda Ressacada, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizada no bairro Tapera em Florianópolis-SC (27°41'06.28"S; 48°32'38.81"W) (altitude: 2-4 m acima do nível do mar). A área apresenta homogeneidade anual quanto à pluviometria com o clima definido como mesotérmico úmido de tipo Tropical Temperado subsequente, super úmido, com chuvas distribuídas durante o ano todo.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (2010), Florianópolis apresenta temperaturas médias entre 25,1 °C e 17,4 °C, sendo que a temperatura média do verão é de 24,6 °C (de 21,1 °C a 28,7 °C), no outono: 21,9 °C (de 18,2 °C a 26,4 °C), no inverno: 17,23 °C (de 13,83 °C a 21,5 °C) e na primavera: 20,26 °C (de 17,82 °C a 24,9 °C). Uma precipitação anual de 1.768,7 mm, com chuvas distribuídas ao longo do ano, sendo as menores precipitações reportadas em junho e agosto com 75,5 mm e 74 mm, respectivamente, aumentando progressivamente até atingir o máximo em janeiro com 250 mm. Umidade relativa 80,4% no ano.

O tipo de solo é classificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (GONÇALVES DOS SANTOS et al., 2013) como neossolo quartzarênico hidromórfico típico, constituído principalmente por arena escura e com alto teor de matéria orgânica e presença de alto nível do lençol freático.

A criação ovina em sistema de Pastoreio Racional Voisin (PRV), pertencente ao Núcleo de Pesquisa e Extensão em Agroecologia da Fazenda Ressacada UFSC, é composto por 47 parcelas de 625 m² cada, totalizando uma área de 3,2 ha.

O sistema é de duplo propósito (lã e carne) tem no momento 60 animais de raça Crioula Lanada, Texel, Romney Marsh e seus cruzamentos. Os animais são alimentados a base de pasto e suplementados com ração e feno quando necessário. Os animais permanecem naturalmente infectados com parasitas gastrintestinais, sendo os principais gêneros *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia* e *Oesophagostomum*. Para o controle dos helmintos são realizadas medicações seletivas com anti-helmínticos baseada em resultados parasitológicos a cada 21 dias, pesagem e exames clínicos.

4.1 Delineamento Experimental

Para avaliar o efeito do Trevo branco, Trevo vermelho e o Cornichão na sobrevivência e na migração dos nematódeos gastrintestinais, as leguminosas forrageiras foram semeadas em canteiros em monocultura, e posteriormente contaminadas artificialmente com fezes de ovinos doadores, infectados naturalmente por nematódeos gastrintestinais. As leguminosas foram avaliadas ao longo de oito semanas para avaliar a sobrevivência, a migração horizontal das larvas em duas distâncias em relação ao bolo fecal: 10 cm e 30 cm e a migração vertical em duas alturas da planta: metade inferior e metade superior (Carneiro e Amarante, 2008; Rocha et al., 2008).

As avaliações aconteceram de outubro a dezembro de 2018 em quatro amostragens: contando a partir da deposição do material fecal nas parcelas, nas semanas um, dois, quatro e oito. Adicionalmente na sexta semana foi feito um corte das forrageiras de todas as unidades experimentais com o fim de simular as condições reais de pastoreio. O pasto cortado foi coletado e as L3 foram recuperadas para posterior identificação.

As amostragens tiveram quatro repetições em quatro blocos (bloqueando para “dia de coleta”), assim cada coleta foi distribuída em 2 ou 3 dias consecutivos com o objetivo de viabilizar em termos logísticos cada amostragem.

4.1.1 Animais doadores de fezes para contaminação dos canteiros experimentais

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso Animal da Universidade Federal de Santa Catarina (CEUA/UFSC) sob o protocolo n. 7204130918. As fezes utilizadas no experimento para contaminação artificial dos canteiros foi obtida de quatro ovinos doadores, naturalmente infectados albergando infecções leves por nematódeos gastrintestinais. A coleta de fezes para contaminação dos canteiros foi realizada cinco dias antes da deposição das fezes nos canteiros experimentais. Foram utilizadas bolsas coletoras de fezes para ovinos, usadas normalmente para ensaios metabólicos, conforme ilustrado na Figura 4.

Sendo que um ovino alimentado a pasto excreta aproximadamente 1 a 1,5% do seu peso vivo por dia, dois animais por vez permaneceram com as bolsas coletoras de fezes durante 6 horas/dia, por cinco dias, para atingir o total de 2 Kg de material fecal necessária à contaminação de todos os canteiros experimentais. Cinco dias antes da contaminação dos canteiros, os quatro doadores foram agrupados em duas duplas. Foi coletada uma dupla por dia em dias alternados, para um total de cinco dias consecutivos. As fezes coletadas foram

refrigeradas a 10 °C até o momento da contaminação dos canteiros experimentais (ROCHA et al., 2007).

Figura 4. Bolsa coletora de fezes.



4.1.2 Semeadura

Um piquete com 441 m² foi dividido em quatro blocos. Cada bloco continha três canteiros, um por espécie de leguminosa. Cada canteiro foi dividido em quatro parcelas iguais de 1,20 m por 1,20 m correspondentes a o número de coletas programadas ao longo do tempo.

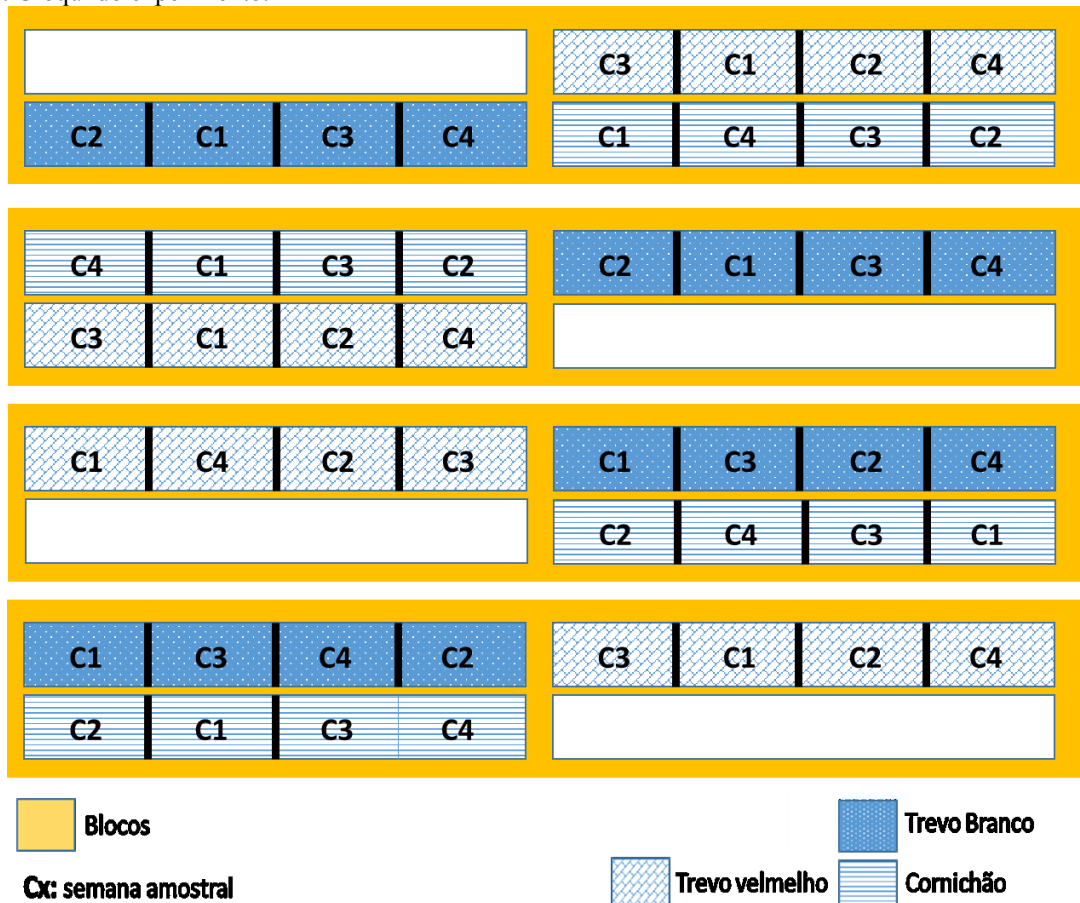
Posteriormente o piquete foi roçado e o solo foi revolvido para posterior construção dos canteiros usando trator. Foram feitos canteiros de 1, 20 m de comprimento por 7,20 m de largura para cada espécie forrageira. A sobressemeadura foi feita manualmente e a seguir a área foi pisoteada para simular a atividade animal (APPELT, 2014).

As espécies semeadas foram: *Trifolium repens* (Trevo branco) 8 Kg de sementes por ha, *Trifolium pratense* (Trevo vermelho) e *Lotus corniculatus* cv. São Gabriel (Cornichão), ambas com 10 a 12 Kg de sementes por ha. As quantidades de sementes correspondem ao dobro da recomendação para semeadura, por ser sobressemeadura (CARVALHO et al., 1996).

Após o crescimento das plantas foi escolhida, em cada parcela, a área com o melhor estabelecimento da forrageira e foi demarcada com um arame de aço num diâmetro de 30 cm. A cada semana foi feita a remoção manual de plantas diferentes a forrageira correspondente para manter unidades experimentais monofíticas.

Mesmo que estas leguminosas são usadas normalmente em consórcios com gramíneas, a eleição do cultivo em monocultura foi feito, por um lado, para garantir o melhor estabelecimento das leguminosas nos canteiros, e por outro lado para avaliar o efeito específico de cada leguminosa na dinâmica das larvas na pastagem.

Figura 5. Croqui do experimento.



4.1.3 Contaminação da unidade experimental

No dia da contaminação das unidades experimentais, as fezes foram misturadas cuidadosamente para não desfazer o material fecal e, posteriormente as fezes foram pesadas e separadas em amostras de 20 g em sacolas plásticas.

Antes da deposição das fezes, o pasto dos canteiros foi cortado a 10 cm do chão para simular o pastoreio de animais e uniformizar a altura das forrageiras como indica Silva et al. (2008). Imediatamente após, 20 g de fezes foram depositadas no centro de cada uma das 48 parcelas. Cinco amostras de fezes adicionais foram coletadas para fazer OPG e coprocultura

controle. As coproculturas foram realizadas segundo a técnica de Roberts and O'Sullivan (1950) e a identificação das L3 conforme Keith (1952).

Segundo a análise das amostras de fezes controle, as unidades experimentais foram contaminadas em média com 150 ovos por grama de fezes com uma taxa de desenvolvimento média de 12,68%, sendo que em média foram recuperadas 435,2 L3 ($\pm 197,88$). Segundo estes resultados, em média 3.000 ovos foram depositados em cada parcela. Foram encontrados os seguintes gêneros de nematódeos nas culturas controle com a porcentagem média correspondente: *Trichostrongylus* spp. 50%; *Cooperia* spp. 31%; *Haemonchus* spp. 9%; *Oesophagostomum* spp. 8,2% e *Ostertagia* spp. 1,6%.

4.2 Coleta de Dados

Em cada coleta foi usada uma parcela por espécie e por bloco, com um total de 12 parcelas por vez. As parcelas foram sorteadas por semana de colheita. A coleta se iniciou sempre as 7 horas da manhã.

- Altura:

Para o “Diâmetro 10” foi medida a altura mínima e a altura máxima da forrageira, enquanto que para o “Diâmetro 30” foi registrada a altura em 4 pontos formando uma cruz, essas alturas foram promediadas gerando a variável altura média.

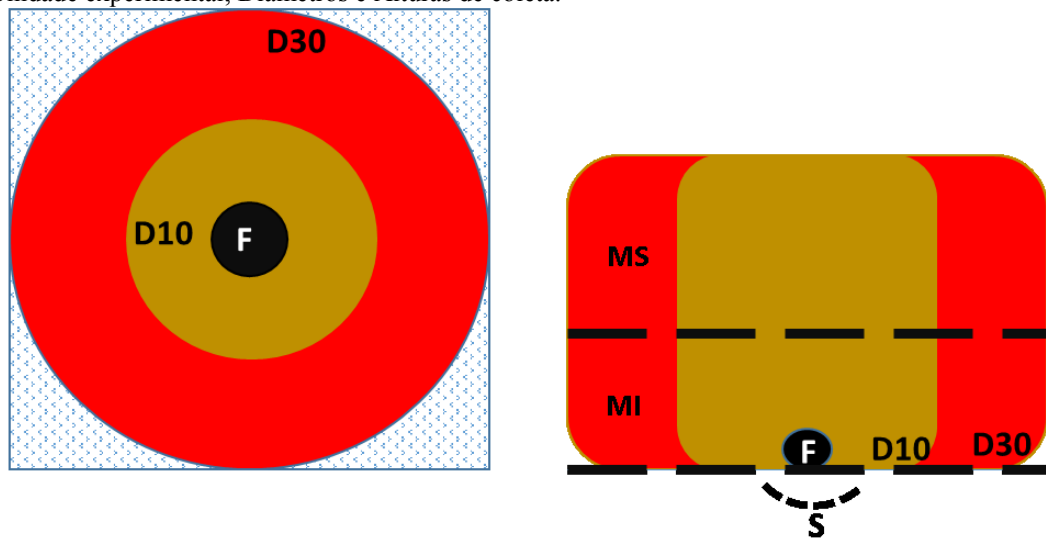
- Coleta de pasto, solo e fezes:

Foram coletadas quatro amostras de pasto por parcela: Para cada diâmetro (10 cm e 30 cm) foi coletado, por separado, a totalidade do pasto pertencentes à metade superior da forrageira e metade inferior da forrageira (rente ao solo) (ALMEIDA et al., 2005).

Para cada parcela foram coletadas as fezes remanescentes e uma amostra do solo de aproximadamente dois cm embaixo das fezes com ajuda de uma colher (SANTOS; SILVA; AMARANTE, 2012). Cada uma das amostras de pasto, fezes e solo foram depositadas em sacos plásticos devidamente identificados.

A recuperação das larvas do pasto, solo e fezes foi feito segundo a técnica de Baermann, com adaptações de Niezen et al. (1998b) e Rocha et al. (2008).

Figura 6. Unidade experimental, Diâmetros e Alturas de coleta.



a. Vista superior da unidade experimental

F: fezes

D10: Diâmetro 10

D30: Diâmetro 30

MS: Metade superior

MI: Metade inferior

S: Solo

b. Vista lateral da unidade experimental

● Área do D10

● Área do D30

4.3 Variáveis Climáticas

Adicionalmente os dados meteorológicos diários: temperatura máxima, média e mínima, umidade relativa média, precipitação pluviométrica e radiação solar, foram obtidos através da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

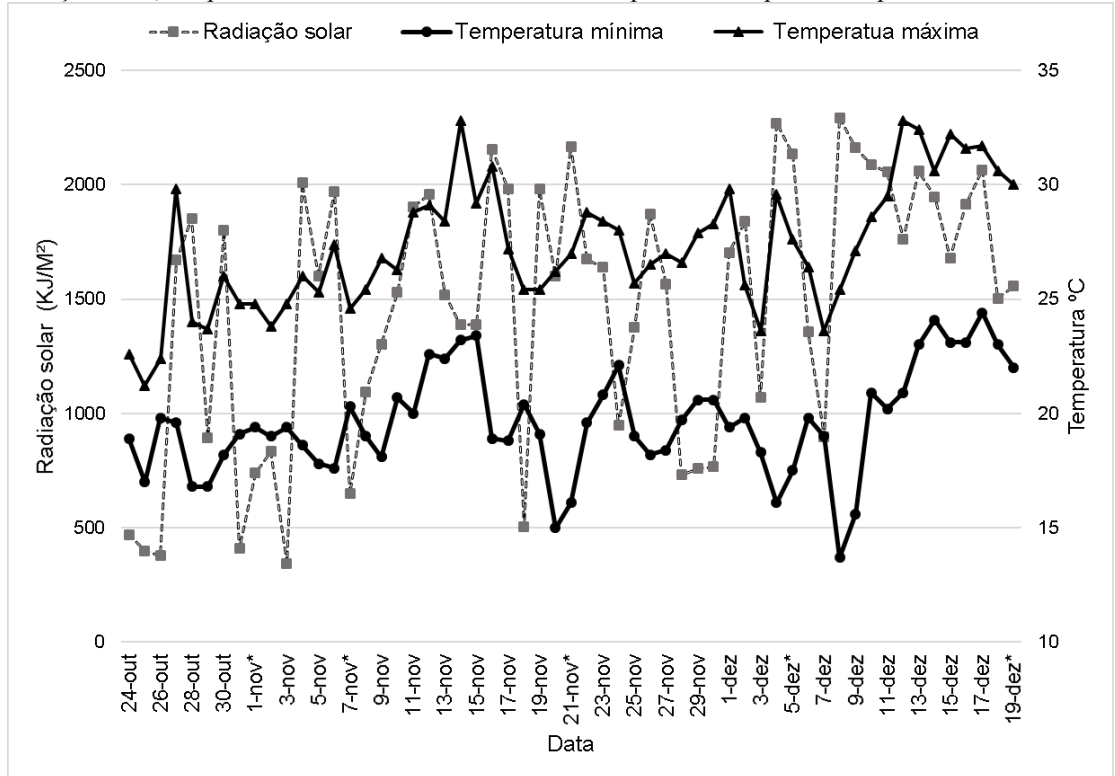
As temperaturas no período de estudo variaram entre 15 e 32,8 °C, sendo que as menores temperaturas médias foram na semana zero e na quinta, com intervalos de 19,68 a 22,36 °C, e 20,26 a 24,56 °C, respectivamente. As maiores temperaturas médias foram na terceira e na sétima semana, com intervalos de 21,34 a 27,72 °C e de 25,3 a 27,96 °C, respectivamente (Figura 7).

A radiação solar variou entre 377 e 2293 KJ/M², sendo que a menor média correspondeu a primeira semana com 989,25 KJ/M² e a maior foi de 1926,6 KJ/M² na sétima semana experimental (Figura 7).

O total de chuvas para o período somou 256,4 mm, sendo que somente na semana 6 não ocorreram chuvas. A menor quantidade ocorreu na semana 8 com 4,6 mm e a maior quantidade foi na semana zero com 63,4 mm, repartilhados nos primeiros quatro dias (Figura 8).

A umidade relativa do ar variou entre 59 e 95%, sendo que a menor média ocorreu na sexta semana com 68,7% e a maior na semana zero com 81,5% (Figura 8).

Figura 7. Radiação solar, temperatura mínima e máxima em Florianópolis-SC no período experimental.



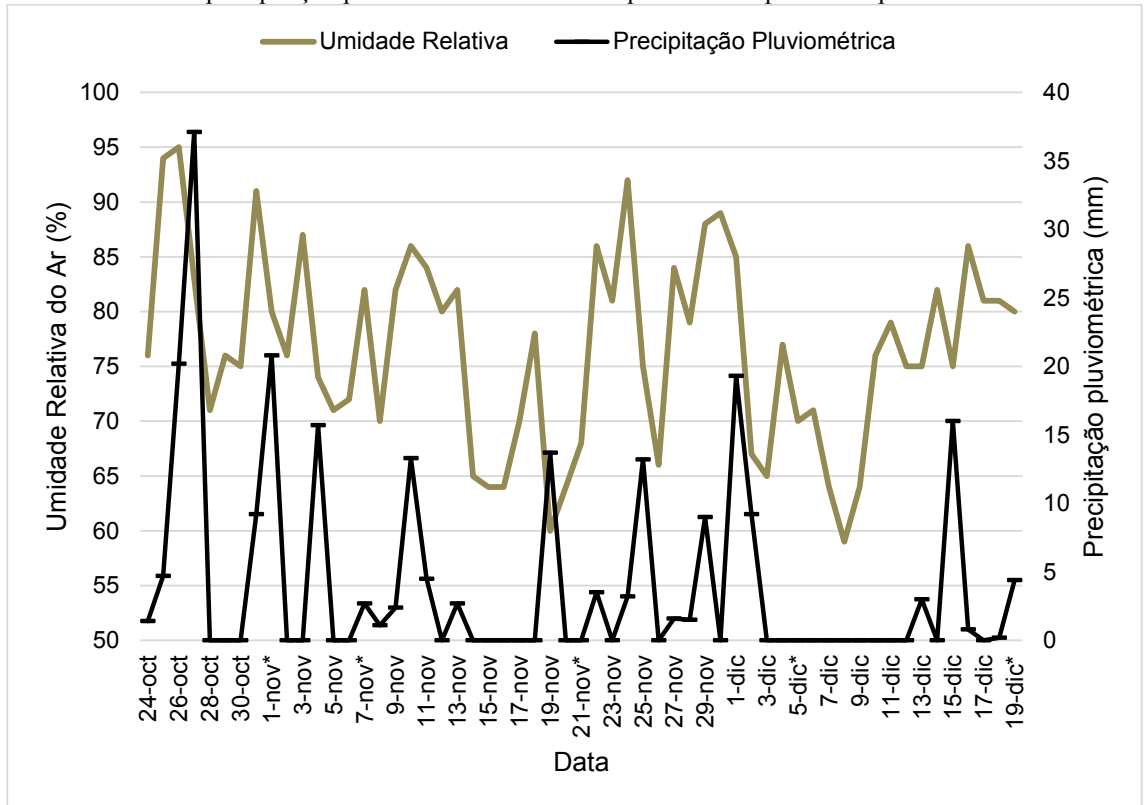
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia INMET, Estação Meteorológica Automática de Florianópolis/SC.

Temperatura

* Dia de coleta

O dia da deposição das fezes foi 24/10/2018.

Figura 8. Umidade relativa e precipitação pluviométrica em Florianópolis SC. no período experimental.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia INMET, Estação Meteorológica Automática de Florianópolis/SC.

* Dia de coleta

O dia da deposição das fezes foi 24/10/2018

4.4 Corte de Pasto Como Simulação de Pastoreio

Este corte foi feito na semana 6, e foram cortadas todas as unidades experimentais faltantes por coletar, correspondentes a semana 8, a uma altura de 10 cm e separadas só por diâmetro. Dados de altura no momento do corte foram coletados com o mesmo método das coletas regulares.

Tabela 1. Cronograma do experimento: Semeadura, contaminação de canteiros e coletas.

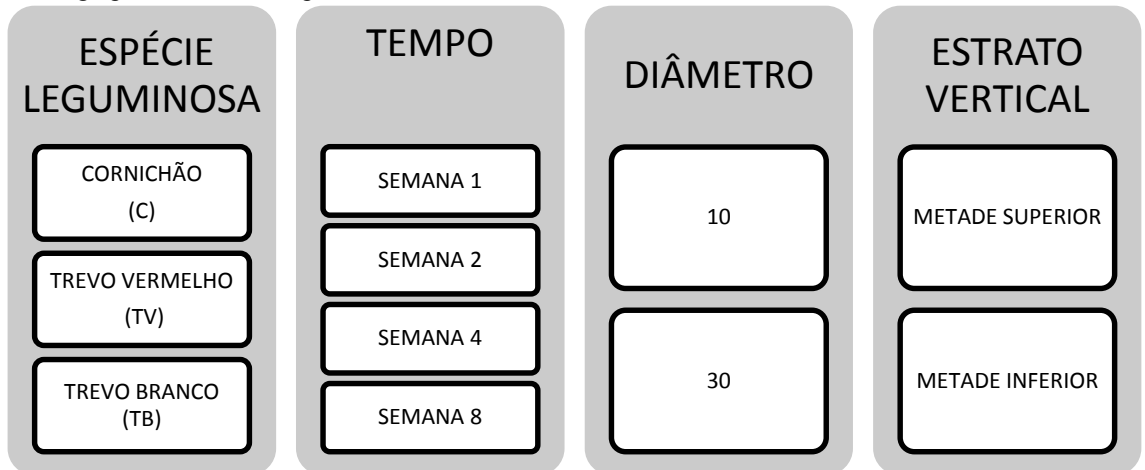
		Atividades					
	Semeadura	Contaminação de canteiros	Semana 1	Semana 2	Semana 4	Semana 6*	Semana 8
	18/Ago	24/Out	30/Out	6/Nov	20/Nov	5/Dez	18/Dez
Data			1/Nov	7/Nov	21/Nov	6/Dez	19/Dez
			2/Nov	8/Nov	22/Nov		

* A semana 6 faz referência a coleta de simulação de pastoreio.
Todas as datas pertencem ao ano 2018

4.5 Análise Estatística

O experimento possui um desenho tetrafactorial em blocos com parcelas sub-subdivididas. Cada parcela representada por uma espécie de leguminosa foi dividida em dois diâmetros constituindo-se como sub-parcelas e ao mesmo tempo essa sub-parcela foi dividida de novo em dois estratos criando sub-sub parcelas da espécie leguminosa. Foram avaliados quatro fatores com diferentes números de níveis (Figura 9). Cada tratamento teve quatro repetições agrupadas em quatro blocos.

Figura 9. Níveis agrupados em seus respectivos fatores.



O número de 48 parcelas foram avaliadas, sendo que cada parcela teve: quatro amostras de pasto totalizando um n=192 de amostras, uma correspondente a solo totalizando um n= 48 de amostras de solo e uma correspondente de amostras de fezes totalizando um n= 48 de amostras.

Mesmo que o desenho experimental é ortogonal, 14 observações foram perdidas: oito correspondentes a pasto, quatro a fezes e duas a solo. Adicionalmente na semana 8 de coleta foi perdida uma parcela completa, correspondente a 6 observações e a frequência de 0 (zeros) na

recuperação de larvas foi do 97,27%. Esta semana foi excluída nos modelos de recuperação de larvas para o melhor ajuste aos dados.

O pasto, o solo e as fezes foram avaliados em modelos separados com o Software R versão 3.6.1.

4.5.1 Número de L3 no pasto

Foram ajustadas regressões binomial negativa multinível usando o pacote lme4 (BATES et al., 2015) no software estatístico R (R CORE TEAM, 2019). A recuperação de larvas em estágio 3 por parcela foi usada como variável resposta nos modelos de regressão e foram testados em modelos univariáveis os seguintes efeitos fixos:

- a) Interação entre espécie de leguminosa (cornichão, trevo branco e trevo vermelho) com o estrato vertical da planta (superior, inferior);
- b) Interação entre espécie de leguminosa com o Diâmetro (Distância horizontal em relação ao bolo fecal) (10, 30);
- c) Semana de avaliação da recuperação de larvas (1, 2 e 4).

As variáveis com significância estatística nos modelos univariáveis ($P < 0,2$) foram incluídas em modelos multivariáveis, no caso a variável Diâmetro foi excluída do modelo (tabela). Os modelos foram reduzidos de maneira manual, mediante remoção uma a uma das variáveis que não apresentaram significância estatística ($P > 0,05$). O bloco ($n = 4$) e a parcela ($n = 48$) aninhada em cada bloco foram usados como fatores aleatórios.

O modelo multivariável foi simulado 2000 vezes com inferência Bayesiana usando o pacote “arm” (GELMAN, 2018), a partir destas simulações foram obtidos os coeficientes dos efeitos fixos e os intervalos de credibilidade - CrI 95%. Os valores P para os efeitos fixos foram obtidos pelo teste qui-quadrado de Wald tipo II. O ajuste dos modelos foi verificado mediante métodos gráficos usando o pacote DHARMA (HARTIG, 2019). Os modelos se ajustaram aos dados, não apresentaram sobredispersão e os fatores aleatórios apresentaram distribuição normal.

4.5.2 Número de L3 nas fezes e no solo

Foram construídos modelos separados para fezes e solo. Em ambos modelos foram ajustadas regressões Poisson multinível usando o pacote lme4 (BATES et al., 2015) no software estatístico R (R CORE TEAM, 2019). A recuperação de larvas em estágio 3 por parcela foi

usada como variável resposta nos modelos de regressão e foram testados em modelos univariáveis os seguintes efeitos fixos:

- a) espécie de leguminosa (cornichão, trevo branco e trevo vermelho)
- b) Semana de avaliação da recuperação de larvas (1, 2 e 4).

As variáveis com significância estatística nos modelos univariáveis ($P < 0,2$) foram incluídas em modelos multivariáveis, no caso a variável Espécie forrageira foi excluída dos modelos. Os modelos foram reduzidos de maneira manual, mediante remoção das variáveis que não apresentaram significância estatística ($P > 0,05$). No caso do modelo de fezes o bloco ($n = 4$) e a parcela ($n = 34$) foram usados como fatores aleatórios, e no caso do modelo de solo o bloco ($n=4$) e a parcela ($n=35$) aninhada em cada bloco foram usadas como fatores aleatórios.

Os modelo multivariáveis foram simulados 2000 vezes com inferência Bayesiana usando o pacote “arm”(GELMAN, 2018), a partir destas simulações foram obtidos os coeficientes dos efeitos fixos e os intervalos de credibilidade- CrI 95%. Os valores P para os efeitos fixos foram obtidos pelo teste qui-quadrado de Wald tipo II. O ajuste dos modelos foi verificado mediante métodos gráficos usando o pacote DHARMA (HARTIG, 2019). Os modelos se ajustaram aos dados, não apresentaram sobredispersão e os fatores aleatórios apresentaram distribuição normal.

A estatística utilizada para analisar a recuperação de larvas na pastagem é resumida na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo da estatística utilizada para analisar a recuperação de larvas infectantes no pasto, no solo e nas fezes.

	Pasto	Solo	Fezes
Modelo	Regressão Binomial Negativa Multinível	Regressão Poisson Multinível	
Variável Resposta	Recuperação de L3		
Efeitos Fixos	Espécie de leguminosa*Estrato vertical	Espécie de leguminosa	
	Espécie de leguminosa*Diâmetro	Semana de avaliação	
	Semana de avaliação		
Remoção de variáveis sem significância ($P < 0,05$)			
Efeitos Aleatórios	Bloco, Parcela aninhada ao Bloco		Bloco e Parcela
Intervalos de credibilidade 95%	Simulação com inferência Bayesiana		
Valores P para os efeitos fixos	Teste qui-quadrado de Wald tipo II		

4.5.3 Altura média das forrageiras

Foi ajustado um modelo linear de efeitos mistos usando o pacote ‘nlme’. Foi usada como variável resposta a altura média, e como efeitos fixos foram testados em modelos univariáveis os seguintes efeitos fixos:

a) Espécie de leguminosa (cornichão, trevo branco e trevo vermelho);

b) Interação entre espécie de leguminosa com o Diâmetro (Distância horizontal em relação ao bolo fecal) (10, 30);

c) Semana de avaliação da recuperação de larvas (1, 2, 4 e 8).

As variáveis com significância estatística nos modelos univariáveis ($P < 0,2$) foram incluídas em modelos multivariáveis. No modelo final se avalio como efeito fixo a semana e a interação com espécie de leguminosa. O bloco ($n = 4$) e a parcela ($n = 48$) aninhada em cada bloco foram usados como fatores aleatórios.

Para definir se houve interação entre a variável altura e a recuperação de L3 na pastagem se ajustou uma regressão binomial negativa multinível usando o pacote lme4 (BATES et al., 2015), a variável resposta foi o recuperação L3, como fatores fixos se incluíram altura média e espécie de forrageira.

O bloco ($n = 4$) e a parcela ($n = 48$) aninhada em cada bloco foram usados como fatores aleatórios.

4.5.4 Peso seco das fezes

Foi ajustada uma regressão linear de efeitos mistos. Como variável resposta foi usada a variável peso seco das fezes e foram testados como efeitos fixos:

- a) Espécie de leguminosa (cornichão, trevo branco e trevo vermelho);
- b) Semana de avaliação da recuperação de larvas (1, 2, 4 e 8);
- c) Altura média das forrageiras.

As variáveis com significância estatística nos modelos univariáveis ($P < 0,2$) foram incluídas em modelos multivariáveis. No modelo final se avalio como efeito fixo a semana e altura média das forrageiras. O bloco ($n = 4$) foi usado como fator aleatório.

5 RESULTADOS

5.1 Número de Larvas no Pasto (L3)

O fator tempo teve influência significativa na recuperação de L3 ($p < 0,001$), sendo independente da espécie de leguminosa, do diâmetro e do estrato vertical da planta. Na segunda semana a recuperação de L3 foi 2,3 vezes maior (95% Rate Ratio CrI: 1,1 a 5,03) em relação a primeira semana, já na quarta semana a recuperação de L3 diminuiu para valores similares aos encontrados na primeira semana (Rate Radio:0,48, 95% Rate Ratio CrI: 0,21 a 1,12). A recuperação de larvas no pasto por semana, assim como os indicadores descritivos são apresentados na Tabela 3. Já os dados resultantes do modelo estatístico são apresentados no Anexo 1.

A recuperação de L3 sofreu influência significativa da espécie de leguminosa e do estrato vertical da pastagem, sendo estes dois fatores interativos ($p < 0,001$) (Anexo 2). A recuperação de L3 foi 9,8 vezes maior no estrato superior do trevo branco, quando comparado com o estrato superior do cornichão (95% Rate Radio CrI:3,39 a 27,41), já o Rate ratio de L3 no estrato superior do trevo vermelho foi 5,7 vezes maior quando comparado com o estrato superior do cornichão (95% Rate Ratio CrI:1,78 a 18,11). A recuperação de L3 nos diferentes estratos das diferentes leguminosas é apresentada na Tabela 4.

O fator diâmetro não teve influência na recuperação de L3 no pasto ($P > 0,05$). Também não foi detectada influência da variável altura média, na recuperação de L3 em pasto ($P > 0,05$).

No total do experimento foram recuperadas 481 L3 do pasto, a maior parte pertencentes ao gênero *Cooperia* (49,9%), seguido por *Trichostrongylus* (25,9%), *Haemonchus* (6,9%) e *Oesophagostomum* (3,1%). Não foi possível identificar o gênero de 14,1% das larvas presentes nas amostras de pasto devido a deposição de sujidades nas amostras que impediram a adequada visualização das larvas no microscópio.

5.2 Número de Larvas no Solo

Para a recuperação de L3 no solo, a semana teve também uma influência significativa ($p < 0,01$) (Anexo 3). A maior recuperação de L3 se obteve na primeira semana, já na segunda semana a recuperação foi 0,2 vezes em relação a primeira semana (95%Rate Ratio CrI: 0,07 a 0,73) e na quarta semana a recuperação se manteve 0,17 vezes em relação a primeira semana (95% Rate Ratio CrI: 0,04 a 0,63). O fator tempo não teve interação com os outros fatores. Não

foi detectado diferenças na recuperação de larvas entre as espécies de leguminosas, assim como também não da altura.

No solo foram recuperadas um total de 51 larvas, a maior parte pertencentes ao gênero *Cooperia* (37,2%), seguido por *Trichostrongylus* (25,9%), *Haemonchus* e *Oesophagostomum* foram encontradas em igual proporção (9,8%). Não foi possível identificar 25,9% das larvas presentes no solo devido a deposição de sujidades nas amostras que impediram a adequada visualização das larvas no microscópio.

5.3 Número de Larvas nas Fezes

Como ilustrado no Anexo 4, o fator tempo teve influência na recuperação de larvas ($p < 0,001$), sendo que o número de L3 diminuiu da semana um para a semana quatro, após a deposição das fezes em 0,05 vezes (95% Rate Ratio CrI: 0,006 a 0,364). Não foi encontrada associação com o fator espécie em nenhuma das outras variáveis testadas.

A taxa de desenvolvimento máxima foi na primeira semana com 4,07%, e no total do experimento foi de 1,7% (Tabela 5).

Trezentas e quinze larvas foram recuperadas das fezes ao longo do experimento, a maior parte delas pertencentes ao gênero *Trichostrongylus* (43,8%), *Cooperia* foi o segundo gênero em importância (25%). Os gêneros *Oesophagostomum* (8,6%) e *Haemonchus* (8,3%) também foram encontrados. Não foi possível identificar o gênero do 14,3% das larvas presentes nas fezes devido a deposição de sujidades nas amostras que impediram a adequada visualização das larvas no microscópio.

Tabela 3. Sobrevivência das larvas infectantes (L3) de nematódeos gastrintestinais ao longo do tempo em pastos de *Trifolium repens L.*, *Trifolium pratense L.* e *Lotus corniculatus* após contaminação com fezes de ovinos naturalmente infectados.

Semana	N	L3	Zeros	Mediana	Iqr	Min	Max
Pasto							
1	47	201	25	0	3,5	0	50
2	46	235	11	3	6,75	0	25
4	47	45	26	0	1	0	0
Solo							
1	12	35	3	2	3,5	0	8
2	12	10	7	0	1	0	5
4	11	6	6	0	1	0	2
Fezes							
1	12	196	1	8	13	0	65
2	11	115	1	10	9	0	22
4	11	4	8	0	0,5	0	2

Semana: semana de coleta após a deposição das fezes.

n: número de sub-parcelas avaliadas em cada tratamento. O experimento foi desenhado para avaliar 48 parcelas de pasto e 12 parcelas para solo e fezes, número inferiores são resultantes de parcelas perdidas.

L3: recuperação total de larvas infectantes por parcela.

Zero: parcelas com resultado de zero na recuperação de L3.

Iqr: Intervalo inter-quartil

Tabela 4. Distribuição total das larvas infectantes nos estratos inferior e superior em *Trifolium repens L.*, *Trifolium pratense L.* e *Lotus corniculatus* no experimento.

Espécie	Estrato	n	L3	Zero	Mediana	Iqr	Min	Max	1º quartil	3º quartil
C	Inferior	24	51	12	0,5	3	0	11	0	3
	Superior	24	14	18	0	0,25	0	8	0	0,25
TB	Inferior	23	102	9	1	7	0	18	0	7
	Superior	23	218	4	6	12	0	50	1	13
TV	Inferior	24	47	10	1	2,25	0	12	0	2,25
	Superior	22	49	9	1	3	0	11	0	3

C:cornichão, TB: trevo branco, TV: trevo vermelho.

n: se refere ao número de sub-parcelas avaliadas em cada tratamento. O experimento foi desenhado para avaliar 24 sub-parcelas, número inferiores são resultantes de parcelas perdidas.

L3: recuperação total de larvas infectante na sub-parcela.

Zero: parcelas com resultado de zero na recuperação de L3.

Iqr: Intervalo inter-quartil.

Tabela 5. Taxa de desenvolvimento do ovo até larva infectante nas fezes depositadas na primavera em *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. e *Lotus corniculatus*.

Semana	Parcelas	mediaL3	Ds	L3 min	L3 max	% Desenvolvimento
1	12	17,72	20,33	1	65	4,07
2	11	10,45	6,5	0	22	2,4
4	11	0,4	0,66	0	2	0,09
8	12	0	0	0	0	0
total	46	7,4	13,21	0	0	1,7

Semana: semana de coleta após a deposição das fezes.

Parcelas: O experimento foi desenhado para avaliar 12 parcelas de fezes por semana, número inferiores são resultantes de parcelas perdidas.

A recuperação de larva infectante media (media L3), mínima (L3min) e máxima (L3 max) fazem referência ao número de L3 em recuperadas nas fezes por parcela em cada semana.

Ds: Desvio padrão.

% Desenvolvimento: $100 * (\text{número médio de L3 nas fezes recuperadas no ambiente} / \text{número médio de L3 na coprocultura})$.

Número médio de L3 na coprocultura: 435,2

Cada parcela foi contaminada com 20g de fezes contendo em média 3.000 ovos de nematódeos.

5.4 Altura Média das Forrageiras

A altura das leguminosas foi superior nas semanas dois e quatro e foi inferior na semana oito (após o corte de simulação de pastoreio).

A interação entre espécie de leguminosa e semana foi significativa ($p < 0,0001$), sendo que a altura do cornichão foi superior ao trevo branco na semana dois, quatro e oito, com diferença média de 5,21 cm (95% CI 0,6 a 9,8), 11,5 cm (95% CI 7 a 16) e 7 cm (95% CI 2,3 a 11,5), respectivamente. A altura do trevo vermelho foi maior do que o trevo branco na semana dois com uma diferença média de 5,75 cm (95% CI 0,3 a 11,2). A Altura média por semana das diferentes leguminosas está apresentada na Tabela 6.

Tabela 6. Altura média de *Trifolium repens L.*, *Trifolium pratense L.* e *Lotus corniculatus* ao longo do experimento.

Semana	Espécie	Altura média(cm)	SD
1	C	13,59	3,47
	TB	15,97	1,11
	TV	20,22	4,44
2	C	20,03	2,15
	TB	17,19	2,49
	TV	27,19	3,96
4	C	31,38	3,20
	TB	22,25	3,53
	TV	31,59	4,81
8	C	15,25	3,40
	TB	10,69	2,26
	TV	10,54	2,87

C:cornichão (*Lotus corniculatus* cv São Gabriel), TB: trevo branco (*Trifolium repens L.*), TV: trevo vermelho (*Trifolium pratense L.*)

Todas as unidades experimentais foram cortadas a 10cm do solo o dia da contaminação das fezes correspondente ao dia 24 de outubro de 2018. Na semana seis após este corte as unidades foram cortadas novamente a 10cm do solo simulando corte por pastoreio.

Semana: se refere à semana de coleta após a deposição das fezes.

Altura média: altura estabelecida a partir das medias do diâmetro 10 e do diâmetro 30.

SD: Desvio padrão da altura média das parcelas.

5.5 Peso Seco das Fezes

O peso seco das fezes teve influência do fator tempo ($p < 0,01$), sendo que na semana oito o peso foi diferente da semana um, diminuindo em 1,65 g. (95% IC -2,6 a -0,63g). Não foi detectado influência da espécie forrageira sobre esta variável. O peso seco médio das fezes ao longo do experimento é apresentado na Tabela 7

Tabela 7. Peso seco médio das fezes desde a deposição até a oitava semana de coleta.

Semana	Média (g)	SD(g)	Mediana(g)	n
0*	6,1	0,1	6,1	5
1	4,316667	0,85	4,2	12
2	4,291667	1,00	4,55	12
4	2,972727	0,96	2,7	12
8	3,021818	1,80	2,51	12

*Dia da deposição das fezes no pasto, o peso médio das fezes correspondente a esta semana foi obtido a partir das amostras controle.

Semana: se refere à semana de coleta após a deposição das fezes.

SD: Desvio padrão

6 DISCUSSÃO

6.1 Influência das Diferentes Leguminosas na Sobrevivência das Larvas na Pastagem

No presente estudo não foi detectada variação no desenvolvimento e na sobrevivência das L3 nas fezes entre as leguminosas, pois a quantidade de L3 nas fezes ao longo das semanas foi igual nas três plantas avaliadas. A recuperação de L3 no solo e no pasto também não foi diferente entre as plantas nas semanas avaliadas o que indica que não teve efeito da espécie de leguminosa na sobrevivência no solo e no pasto. Isto quer dizer que mesmo apresentando estrutura, formato de folha e tipo de crescimento diferente, a variação climática embaixo do dossel entre elas, não foi suficiente para causar diferenças no padrão de sobrevivência das L3. Outros autores têm concluído que as condições microclimáticas podem influenciar na dinâmica larval no ambiente (LEVINE; TODD, 1975; WANG et al., 2018b), e que o tipo de cobertura vegetal tem um papel determinante na regulação dessas condições microclimáticas. sendo que a temperatura, a umidade e a radiação solar sofrem gradientes desde a ponta das folhas até o solo (CROFTON, 1946). Knapp-Lawitzke et al., (2014) encontraram que pastagens com misturas de leguminosas (*Lotus corniculatus L.*, var. Bull; *Medicago lupulina L.*, var. Ekola; *Trifolium repens L.*, var. Rivendel) favoreceram a recuperação de L3 no pasto quando comparado com pastagens compostas unicamente com gramíneas (*Dactylis glomerata L.*, var. Donata; *Lolium perenne L.*, var. Signum) Os autores relacionaram estes resultados com a estrutura das leguminosas que retém mais umidade, diminui a entrada de luz e reduz a oscilação climática o que cria um efeito de “refúgio para os parasitas”.

Porém no estudo de Knapp-Lawitzke et al., (2014) e em outros estudos tem sido encontrado que a sobrevivência das larvas não é influenciada pelo tipo de forrageira (MARLEY et al., 2006b; NIETO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2009), o que pode significar que as condições macroclimáticas continuam tendo um impacto maior na sobrevivência das L3, fato que pode explicar os resultados encontrados no presente estudo.

Nesse sentido as condições climáticas da primavera em Florianópolis foram favoráveis para o desenvolvimento dos ovos em L3 e isto foi comprovado pela taxa de desenvolvimento total, que neste estudo foi de 1,7%, sendo que na primeira semana foi de 4%, e também pela presença de L3 no pasto uma semana após a deposição das fezes. Nesta ocasião, a temperatura mínima registrada foi de 16,8 °C e a máxima de 29,8 °C e a umidade relativa esteve sempre acima de 71%, o que provavelmente favoreceu a migração das L3 para o pasto.

Estes resultados corroboram com Suárez et al. (2007) que afirmam que temperaturas entre 15 e 33 °C e entre 23 e 37 °C, associadas a umidades entre 60 e 70% são ótimas para o desenvolvimento do *Haemonchus* spp. E também com o trabalho de Leathwick, (2013) que encontrou temperaturas médias ótimas para o desenvolvimento de *Trichostrongylus* spp. e *Haemonchus* spp. entre 18 e 22 °C, respectivamente.

A maior parte dos bolos fecais se constituíram como reservatório de larvas por menos de um mês. O número de larvas nas fezes diminuiu progressivamente ao longo das semanas, sendo que na quarta semana, 73% das fezes avaliadas não apresentaram mais L3, demonstrando que elas migraram para o pasto ou morreram por dessecação. Em Lages, durante a primavera não foram encontrados ovos nas fezes de ovinos depois de 10 dias da deposição e foram encontradas larvas nas fezes até 55 dias após a deposição (SOUZA et al., 2000), demonstrando um período muito maior de permanência no bolo fecal. No mesmo município, em fezes bovinas, os ovos permaneceram por duas semanas e 72% das fezes se constituíram como reservatório de larvas por mais de 40 dias na primavera (RAMOS et al., 1993). A menor persistência de L3 nas fezes ovinas em Florianópolis pode ser explicada pelo clima litorâneo deste município, com temperaturas mais elevadas do que em Lages nesta época do ano. Dessa forma, provavelmente, os ovos tenham eclodido com maior rapidez, uma vez que climas quentes estimulam o desenvolvimento das L3, como foi observado por Levine e Todd (1975).

O pico de L3 no pasto aconteceu na segunda semana de coleta, porém na primeira semana já foram encontradas L3 no pasto e no solo. Provavelmente os episódios de chuvas fortes (superiores a 15 mm) no terceiro, quarto, nono e 12º dias após deposição das fezes favoreceram a saída das L3 do bolo fecal, diminuindo assim, de forma rápida e progressiva, o número de larvas nas fezes. Estes resultados coincidem com os estudos de Van Dijik e Morgan (2011) que concluíram que fezes que se mantem úmidas favorecem a rápida migração das L3 para fora do bolo fecal, enquanto que fezes secas impedem a saída das larvas. Nesse mesmo sentido Wang et al. (2014) encontraram que a migração das L3 das fezes para o pasto pode ser 25% maior em presença de “chuvas pesadas” (simulação de precipitação de 20 mm/dia), quando comparado com “chuvas leves” constantes (10 mm distribuídos em cinco dias).

O pico de L3 no solo foi na primeira semana, diminuindo progressivamente ao longo do tempo. Porém, o número de L3 encontradas no solo foi muito baixa o que pode significar que o deslocamento ao interior do solo teve alguma restrição. O solo do presente experimento está classificado como Neossolo quartzarênico hidromórfico típico, o que significa que possui predominância de areia, e é facilmente inundável devido ao alto nível do lençol freático. Mesmo

com predomínio de areia, o que poderia ser favorável aos nematódeos, o pequeno número de larvas no solo pode ser explicado pelo fato desta areia ser muito fina, o que combinado com a umidade excessiva, resultado do alto nível do lençol freático, pode favorecer a compactação dificultando o deslocamento dos nematódeos, como reportado por diversos autores (BRUNS, 1937 *apud* DA SILVA ROBERTO, 2018; REICHERT, 2009). Um outro fator que pode ter causado a baixa recuperação de L3 no solo foram as condições favoráveis para a migração das L3 para o pasto (alta umidade ambiental). Alguns estudos sugerem que o aumento da quantidade de L3 no solo está relacionado a condições climáticas adversas. Ramos et al. (1993) relataram que o aumento de L3 no solo coincidiu com as épocas secas, possivelmente elas buscaram refúgio no solo resultado da baixa umidade do ambiente. Encontraram também que a menor quantidade de larvas infectantes no solo esteve relacionada ao aumento das chuvas.

Neste sentido a redução rápida e progressiva de L3 no solo se explica primeiro pela diminuição de larvas na fonte de contaminação (fezes). E em segundo, pela migração das L3 presentes no solo à pastagem, pois não precisaram de refúgio no solo dadas as condições climáticas favoráveis.

Porém no presente trabalho só foram contabilizadas as larvas nos primeiros dois centímetros do solo, é provável que a quantidade de larvas no solo tenha sido maior que a recuperada, uma vez que as larvas podem migrar por maior profundidade. Reichert (2009) explica que a maior parte da fauna aeróbia do solo fica até 30 cm de profundidade. Ainda assim, Sturrock (1965) reportou que mesmo em presença de chuvas fortes 85% das L3 ficaram a 5 cm de profundidade enquanto que só 0,8% atingiram profundidades de 25 a 30 cm.

Na semana quatro o número de L3 recuperadas no pasto foi muito baixo. A partir da semana seis esse número sequer foi passível de análise estatística, o que pode indicar que após 30 dias da contaminação a sobrevivência das L3 no pasto foi mínima. É possível que a curta sobrevivência no pasto tenha tido relação com as condições climáticas da primavera no litoral, onde a umidade relativa não é limitante, mas a temperatura média máxima/dia de $27,29\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,79$ em combinação com radiação solar média de $1477\text{ KJ/m}^2 \pm 575,76$ podem ter contribuído a rápida morte das L3 por dessecação. Ramos et al. (1993), também encontraram que na primavera as L3 sobreviveram por menos tempo no pasto (menos de 60 dias), quando comparado com as outras estações do ano onde normalmente as larvas sobreviveram entre 100 e 120 dias.

Um outro fator que pode ter influenciado a rápida diminuição de L3 no pasto foi a baixa contaminação das fezes por ovos de nematódeos com que o pasto foi contaminado. A

recuperação de L3 no pasto em geral é sempre muito baixa pela grande taxa de mortalidade ao longo das etapas de desenvolvimento (NIEZEN et al., 1998a; SILANGWA; TODD, 1964), é possível que em condições de maior carga parasitaria ou maior expulsão de ovos nas fezes, como acontece em animais jovens ou imunodeprimidos, a diminuição das L3 no pasto seja mais lenta.

Além dos fatores climáticos, alguns autores tem associado a menor sobrevivência das L3 no pasto devido as perdas no solo por precipitação e também por predação (SANTOS; SILVA; AMARANTE, 2012; VAN DIJK et al., 2009), é possível que esses fatores também tenham influenciado em alguma medida na sobrevivência das L3 no presente estudo.

Porém, vários autores coincidem que com o aumento da temperatura na primavera, em presença de alta umidade o desenvolvimento é rápido, com taxas de desenvolvimento superiores a 1% (AMARANTE et al., 1997; ROCHA et al., 2008). Adicionalmente, a migração horizontal e vertical é estimulada, entretanto a sobrevivência é curta, provavelmente por consequência do maior gasto energético e por maior contato com a radiação solar no topo das forrageiras (CROFTON, 1946; LEATHWICK, 2013; SANTOS; SILVA; AMARANTE, 2012; VAN DIJK et al., 2009).

6.2 Influência das Leguminosas na Migração das Larvas no Pasto

É possível afirmar que as três leguminosas apresentaram condições favoráveis para a migração horizontal das L3, pois não houve diferença em relação ao número de L3 encontradas no diâmetro de 0 à 10 cm e no diâmetro de 10 à 30 cm das fezes. Diversos estudos têm comprovado que o movimento horizontal das larvas é mínimo, sendo que 89% das L3 se encontram num diâmetro de 0 a 15 cm das fezes (ALMEIDA et al., 2005; CROFTON, 1946). No presente trabalho não foi possível saber qual a distância entre o diâmetro 10 à 30 cm as L3 se concentraram, sendo possível que a maior parte delas tenham ficado também entre 0 e 15 cm do bolo fecal.

Em relação a migração vertical o tipo de leguminosa foi determinante. O maior número de L3 foi encontrado na parte superior do Trevo Vermelho e do Trevo Branco evidenciando que, no Cornichão, as L3 tiveram algum tipo de restrição para migrar verticalmente e/ou permanecerem no seu estrato superior. Diferentes autores também têm encontrado que o tipo de forrageiras pode influenciar a migração vertical das L3 (ROCHA et al., 2007; MARLEY et al., 2006a; NIEZEN et al., 1998c; SILANGWA; TODD, 1964).

Não foram encontrados estudos comparando a migração de L3 entre estas três leguminosas, mas quando comparadas com outras forrageiras, têm sido registrado que a contaminação nos trevos é maior (KNAPP-LAWITZKE et al., 2014; NIEZEN et al., 1998c, 2003) e no Cornichão menor (MARLEY et al., 2006a), reforçando os resultados aqui expostos. No presente trabalho não foram encontradas diferenças entre as quantidades de L3 recuperadas no Trevo branco e no Trevo vermelho coincidindo com os resultados de Marley et al. (2006b). Neste caso, eles encontraram um menor número de L3 no estrato superior do pasto quando comparado com o *Lolium perenne*, mas não encontraram diferenças nos estratos entre os dois trevos, bem como os resultados obtidos pela presente pesquisa.

6.3 Mecanismos Morfológicos na Influência da Sobrevivência e a Migração das Larvas no Pasto

Tem sido propostos diferentes mecanismos relacionados a morfologia pelos quais as forrageiras podem interferir na dinâmica de migração das L3. No caso do presente trabalho o tipo de folha pode ter influenciado a migração das L3. As três leguminosas avaliadas possuem folhas trifoliadas, mas elas apresentam diferenças no tamanho, sendo as folhas dos trevos maiores em relação as do cornichão (CARVALHO et al., 1996). Essa característica pode ter causado uma maior exposição do caule do cornichão a radiação solar (SCHEFFER-BASSO; VENDRUSCOLO; CECCHETTI, 2005), limitando desta forma, a migração das larvas ao estrato superior da forrageira, ou a sobrevivência das larvas no estrato superior. Oliveira et al. (2009) encontraram que folhas trifoliadas, retêm mais água do que folhas lanceoladas. Folhas grandes e/ou em formato de guarda-chuvas podem propiciar melhores condições para as L3, pois contribuem para menor oscilação na temperatura e na umidade (AMARADASA; LANE; MANAGE, 2010; KNAPP-LAWITZKE et al., 2014) e são mais eficientes na interceptação da radiação solar (VAN DIJK et al., 2009).

O tipo de crescimento (NIETO et al., 2003) e a presença de tricomas no talo e na folha (MARLEY et al., 2006b; NIEZEN et al., 1998a) são outras das características que podem interferir na migração vertical das L3. No caso da presente pesquisa o tipo de crescimento não parece ter sido determinante, já que as duas leguminosas que favoreceram a migração das larvas ao estrato superior apresentam tipo de crescimento diferente, trevo vermelho (ereto) e trevo branco (rasteiro). Igualmente, a presença de tricomas não parece ter influenciado de maneira determinante a migração das larvas, pois não houve diferença no número de L3 no estrato superior entre o trevo branco, que é glabro, e o trevo vermelho, que apresenta tricomas.

Outra característica a ser analisada é a altura. No presente estudo todas as forrageiras apresentaram a mesma altura no momento da contaminação das parcelas, partindo da hipótese de que em condições de pastoreio as forrageiras poderiam ser rebaixadas à altura de 10 cm. No entanto, ao longo do tempo as forrageiras apresentaram alturas diferentes, como corresponde a sua biologia (CARVALHO et al., 1996). Por este motivo a variável altura foi testada para o número de L3 encontradas no pasto, nas fezes e no solo, mas não foi encontrada influência desta variável na recuperação de L3. No entanto, em condições em que as leguminosas apresentem restevras de alturas diferentes no final de pastoreio, é possível que exista influência da altura. Estudos tem evidenciado que independente da forrageira a altura menor no momento da deposição das fezes influencia o desenvolvimento e a capacidade de migração das larvas (ROCHA et al., 2008; SILANGWA; TODD, 1964). Outros autores têm encontrado que forrageiras pastoreadas rente ao solo, como acontece em manejos intensivos com alta lotação como o PRV (PINHEIRO MACHADO, 2010), desfavorecem o desenvolvimento e/ou a sobrevivência das L3 pela incidência direta do sol que acelera a dessecação das fezes (CARNEIRO; AMARANTE, 2008). Finalmente, é importante considerar que a influência do tipo de pasto na migração das L3 pode também ser modificada segundo o tipo de pastejo na qual a planta é submetida. Estudos têm reportado que a morfologia das plantas pode ser alterada segundo o tipo de manejo que as pastagens são submetidas (SHARP; EDWARDS; JEGER, 2012). Por exemplo, pastoreios intensos no trevo branco podem diminuir o tamanho das folhas e engrossar os estolões. Isto faria com que maior quantidade de raios solares penetrassem dentro do dossel afetando a sobrevivência das larvas.

6.4 Gêneros de Nematódeos Envolvidos no estudo

Os gêneros de maior ocorrência tanto nas coproculturas controle como nas amostras de pasto, fezes e solo foram *Trichostrongylus* spp. e *Cooperia* spp. *Haemonchus* spp. também foi recuperado, mas sua presença foi sempre menor a 9%. Outros autores têm encontrado que nas regiões tropicais e subtropicais, as espécies de maior preocupação em ovinos pela sua prevalência, seu potencial patogênico e sua resistência aos anti-helmínticos são: *Haemonchus contortus* e *Trichostrongylus* spp. (DUARTE et al., 2012; RAMOS et al., 2004). No Brasil, estes dados são confirmados por vários autores em todas as regiões do país como revisado por Wilemsen (2014). Porém, os resultados obtidos no presente estudo contradizem em parte os resultados dos estudos acima mencionados, pois apesar de *Trichostrongylus* spp. ter sido muito encontrado, o mesmo não aconteceu com *Haemonchus* spp.

É possível que o baixo OPG, o aumento de *Cooperia* spp. e a baixa presença de *Haemonchus* spp. pode ter sido consequência da combinação de fatores que promovem o aumento da diversidade de gêneros de nematódeos resultando na estabilização da comunidade de parasitas. São eles:

a. A integração de ovinos e bovinos no pastoreio: as ovelhas que doaram as fezes para o presente trabalho pertencem a um rebanho integrado de ovinos e bovinos em PRV, onde os bovinos são incluídos no sistema em pequeno número para realização dos repasses nos piquetes, pastoreados inicialmente pelos ovinos. Segundo dados não publicados das coproculturas periódicas feitas no rebanho a aparição de *Cooperia* spp. nos ovinos coincidiu com a inclusão dos bovinos na criação no ano 2015, o que dá um forte indicio que aconteceu infecção cruzada entre os ruminantes. *Cooperia* spp. não é considerado um gênero expressivo nas criações ovinas, porém é predominante na espécie bovina (BRICARELLO et al., 2007; RODRIGUES et al., 2015; SOLDÁ et al., 2016). Conforme já observado em outros estudos, as infecções cruzadas entre os nematódeos das espécies bovina e ovina ocorrem quando estes pastoreiam juntas (AMARANTE et al., 1997; DOS SANTOS; AMARANTE; AMARANTE, 2020). Segundo Giudici et al. (1999) ovelhas que pastoreiam juntas com bovinos apresentam maior diversidade de nematódeos gastrintestinais, representada principalmente pelo parasitismo de *Cooperia* spp. de origem bovina, e adicionalmente esta interação está associada com menor OPG e maior ganho de peso quando comparado com ovelhas que não pastoreiam com bovinos.

b. Uso da estratégia de Controle Seletivo com anti-helmínticos: a criação ovina da qual foram provenientes as fezes, apresenta um baixo uso de anti-helmínticos concentrando os tratamentos em animais jovens. É sabido que o uso sistemático e frequente de antiparasitários contribui para o predomínio de gêneros como *Haemonchus* spp. e *Trichostrongylus* spp. os quais são mais resistentes aos anti-helmínticos (OLIVEIRA -SEQUEIRA; AMARANTE, 2002). Por outro lado, o controle seletivo permite manter ou aumentar as populações refugia retardando o processo de resistência aos anti-helmínticos e favorecendo a estabilização da comunidade de nematódeos (MARTINS COSTA; AMARANTE, 2015).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As leguminosas avaliadas no presente trabalho são leguminosas usadas no inverno e na primavera e na entrada do verão (FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R., 2012; MOYE, 2018; SCHEFFER-BASSO; VENDRUSCOLO; CECCHETTI, 2005). Alguns estudos que têm comparado diferentes espécies de forrageiras têm encontrado que a influência sobre as L3 pode variar ao longo do ano, sendo que as condições climáticas poderiam modificar essa influência (CARNEIRO; AMARANTE, 2008; DA ROCHA et al., 2008). No caso das leguminosas avaliadas no presente trabalho não foram encontrados estudos que fizessem comparação entre estas leguminosas ao longo do tempo, então, é importante comparar a dinâmica das larvas no verão e no inverno também.

Alguns autores têm concluído que em lugares onde as condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento e migração das larvas, a seleção das forrageiras deve ser feita baseada na produtividade, características nutricionais e de aceitabilidade por parte dos animais (CARNEIRO; AMARANTE, 2008; ROCHA et al., 2007; SILVA et al., 2008).

Nesse sentido, o cornichão pode se constituir como uma forrageira com potencial estratégico ao controle integral dos nematódeos gastrintestinais em ovinos, pois apresenta: alto rendimento em matéria seca (ÁLVAREZ-VÁZQUEZ et al., 2018; SOSTER; SCHEFFER-BASSO; DALL'AGNOL, 2004); alta qualidade nutricional e propriedades nutraceuticas (MARLEY et al., 2005; RAMÍREZ-RESTREPO et al., 2004, 2005a, 2005b); disponibilidade forrageira durante os meses de alta demanda nutricional para os animais que são mais susceptíveis as infecções por nematódeos (ÁLVAREZ-VÁZQUEZ et al., 2018; MOYE, 2018); e, segundo os resultados deste trabalho, apresenta menor ocorrência de L3 no estrato superior da planta o que reduz o risco de infecção por parasitas já que os ovinos selecionam o topo das plantas e as folhas na hora do pastoreio (DUMONT et al., 2005; JAIMEZ-RODRÍGUEZ et al., 2019).

8 CONCLUSÕES

Na primavera de Florianópolis, SC, a contaminação por larvas infectantes de nematódeos gastrintestinais em *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* e *Lotus corniculatus* diminui significativamente em quatro semanas.

O *Lotus corniculatus* ao restringir a migração das larvas infectantes ao estrato superior da planta se constitui como opção forrageira estratégica no controle dos nematódeos gastrintestinais para ovinos na primavera.

9 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. R. DE et al. Desenvolvimento, sobrevivência e distribuição de larvas infectantes de nematoides gastrintestinais de ruminantes, na estação seca da Baixada Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 14, n. 3, p. 89–94, 2005.
- ÁLVAREZ-VÁZQUEZ, P. et al. Potencial forrajero de *Lotus corniculatus* L. con diferentes estrategias de manejo. **Agroproductividad**, v. 11, n. Maio, p. 24–28, 2018.
- AMARADASA, B. S.; LANE, R. A.; MANAGE, A. Vertical migration of *Haemonchus contortus* infective larvae on *Cynodon dactylon* and *Paspalum notatum* pastures in response to climatic conditions. **Veterinary Parasitology**, v. 170, n. 1–2, p. 78–87, 2010.
- AMARANTE, A. F. T. et al. Host specificity of sheep and cattle nematodes in Sao Paulo state, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 73, n. 1–2, p. 89–104, 1997.
- AMARANTE, A. F. T. ; SALES, R. O. Controle de endoparasitoses dos ovinos: uma revisão. **Rev. Bras. Hig. San. Anim.**, v. 1, n. 2, p. 14–36, 2007.
- AMARANTE, A. F. T. DO. **Os parasitas de ovinos**. 1. ed. Sao Paulo: [s.n.].
- APPELT, M. F. **Sobressemeadura de aveia e azevém em tifton 85 irrigado sob doses de adubação nitrogenada**. Rio Paranaíba: Universidade Federal de Viçosa, 2014.
- ATES, S. et al. Bio-economic efficiency of creep supplementation of forage legumes or concentrate in pasture-based lamb production system. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 4, p. 818–832, 1 dez. 2017.
- ATHANASIADOU, S.; HOUDIJK, J.; KYRIAZAKIS, I. Exploiting synergisms and interactions in the nutritional approaches to parasite control in sheep production systems. **Small Ruminant Research**, v. 76, n. 1–2, p. 2–11, 2008.
- BARRIGA, O. O. Immunomodulation by nematodes: A review. **Veterinary Parasitology**, v. 14, n. 3–4, p. 299–320, 1984.
- BATES, D. et al. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. 48, 2015.
- BEYNON, S. A. et al. Consequences of alternative and conventional endoparasite control in cattle for dung-associated invertebrates and ecosystem functioning. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 162, p. 36–44, 2012a.
- BEYNON, S. A. et al. Species-rich dung beetle communities buffer ecosystem services in perturbed agro-ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, v. 49, n. 6, p. 1365–1372, 2012b.

BICHUETTE, M. A. et al. Susceptibility of helminth species parasites of sheep and goats to different chemical compounds in Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 133, p. 93–101, 2015.

BOWMAN, D. **Georgis' Parasitology for Veterinarians**. 9. ed. New York: Saunders, 2008.

BRICARELLO, P. A. et al. Influence of dietary protein supply on resistance to experimental infections with *Haemonchus contortus* in Ile de France and Santa Ines lambs. **Veterinary Parasitology**, v. 134, n. 1–2, p. 99–109, 2005.

BRICARELLO, P. A. et al. Field study on nematode resistance in Nelore-breed cattle. **Veterinary Parasitology**, v. 148, n. 3–4, p. 272–278, 2007.

BRICARELLO, P. A. Prejuizios causado pelas hemintoses em ruminantes. In: PACO EDITORIAL (Ed.). **Controle de Helmintos de Ruminantes no Brasil**. 1. ed. [s.l: s.n.]. p. 15–39.

CABARET, J.; MAGE, C.; BOUILHOL, M. Helminth intensity and diversity in organic meat sheep farms in centre of France. **Veterinary Parasitology**, v. 105, n. 1, p. 33–47, 2002.

CARDIA, D. F. F. et al. Immune response and performance of growing Santa Ines lambs to artificial *Trichostrongylus colubriformis* infections. **Veterinary Parasitology**, v. 182, n. 2–4, p. 248–258, 2011.

CARNEIRO, R. D.; AMARANTE, A. F. T. Seasonal effect of three pasture plants species on the free-living stages of *Haemonchus contortu*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 864–872, 2008.

CARVALHO, P. C. DE F. et al. Forrageiras De Clima Temperado. **UFRGS - Capítulo 16**, p. 64, 1996.

CEZAR, A. S.; CATTO, J. B.; BIANCHIN, I. Controle alternativo de nematódeos gastrintestinais dos ruminantes: Atualidade e perspectivas. **Ciencia Rural**, v. 38, n. 7, p. 2083–2091, 2008.

CHARLIER, J. et al. Practices to optimise gastrointestinal nematode control on sheep, goat and cattle farms in Europe using targeted (selective) treatments. **Veterinary Record**, v. 175, n. 10, p. 250–255, 2014.

CHYLINSKI, C. et al. Desiccation tolerance of gastrointestinal nematode third-stage larvae: Exploring the effects on survival and fitness. **Parasitology Research**, v. 113, n. 8, p. 2789–2796, 2014.

COSTA, N. DE L.; DESCHAMPS, C.; MORAES, A. DE. Estrutura da pastagem, fotossíntese e produtividade de gramíneas forrageiras. **PUBVET**, v. 6, n. 21, 2012.

CRAIG, T. M. Gastrointestinal Nematodes, Diagnosis and Control. **Veterinary Clinics of NA: Food Animal Practice**, v. 34, n. 1, p. 185–199, 2017.

CROFTON, H. D. The ecology of immature phases of trichostrongyle nematodes. **Parasitology**, v. 39, n. 3–4, p. 274–280, 1946.

DA FONSECA, D. M.; AZEVEDO MARTUSCELLO, J. **Plantas Forrageiras**. 1. ed. Viçosa: [s.n.].

DA ROCHA, R. A. et al. Recuperação de larvas de *Trichostrongylus colubriformis* em diferentes estratos de *Brachiaria decumbens* E *Panicum maximum*. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 16, n. 2, p. 77–82, 2007.

DA ROCHA, R. A. et al. Recovery of *Trichostrongylus colubriformis* infective larvae from three grass species contaminated in summer. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria**, v. 17, n. 4, p. 227–234, 2008.

DA ROCHA, R. A. et al. Retrieval of *Trichostrongylus colubriformis* infective larvae from grass contaminated in winter and in spring. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 23, n. 4, p. 463–472, 2014a.

DA ROCHA, R. A. et al. Retrieval of *Trichostrongylus colubriformis* infective larvae from grass contaminated in winter and in spring. **Vet. Parasitol., Jaboticabal Braz. J. Vet. Parasitol**, v. 23, n. 4, p. 463–472, 2014b.

DA SILVA ROBERTO, F. F. **Avaliação de ovinos naturalmente infectados por nematoides gastrintestinais sob pastejo intermitente em cultivares *Brachiaria brizantha***. [s.l.] Universidade federal do rio grande do norte, 2018.

DA SILVA, T. P. P.; MOREIRA, J. C.; PERES, F. Serão os carrapaticidas agrotóxicos? implicações na saúde e na percepção de riscos de trabalhadores da pecuária leiteira. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 17, n. 2, p. 311–325, 2012.

DE OLIVEIRA, P. A. et al. Doenças parasitárias em bovinos e ovinos no sul do Brasil: Frequência e estimativa de perdas econômicas. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 797–801, 2017.

DOS SANTOS, M. C.; AMARANTE, M. R. V.; AMARANTE, A. F. T. Is there competition between *Haemonchus contortus* and *Haemonchus placei* in a pasture grazed by only sheep? **Veterinary Parasitology**, v. 279, n. February, p. 109054, 2020.

DUARTE, E. R. et al. Diagnóstico do controle e perfil de sensibilidade de nematódeos

de ovinos ao albendazol e ao levamisol no norte de Minas Gerais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 147–152, 2012.

DUMONT, B. et al. How do sheep exploit pastures ? An overview of their grazing behaviour from homogeneous swards to complex grasslands. **Options Méditerranéennes**, v. 328, n. 74, p. 317–328, 2005.

EMERY, D. L.; HUNT, P. W.; LE JAMBRE, L. F. Haemonchus contortus: the then and now, and where to from here? **International Journal for Parasitology**, v. 46, n. 12, p. 755–769, 2016.

FONSECA, D. M.; AZEVEDO MARTUSCELLO, J. **Plantas Forrageiras**. 1. ed. [s.l: s.n.].

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na**. 2. ed. Brasília: [s.n.].

FROTA BATISTA, E.; NEVES, C.; LOPES DE MENDOÇA, I. Resistência Anti-Helmíntica Em Ovinos E Caprinos – Uma Revisão. **Revista Científica De Medicina Veterinária**, n. 86, p. 1–15, 2016.

GELMAN, A. **Package ‘ arm ’**, 2018.

GIUDICI, C. et al. Changes in gastro-intestinal helminth species diversity in lambs under mixed grazing on irrigated pastures in the tropics (French West Indies). **Veterinary Research**, v. 30, n. 6, p. 573–581, 1999.

GLIENKE, C. L.; ROCHA, M. G. DA. Ecologia do pastejo de cordeiras em pastagem de azevém e trevo vermelho sob intensidades de desfolha. **Departamento de Zootecnia**, v. Mestrado e, p. 79, 2009.

GO BOTANY. **Trifolium repens L. white clover**. Disponível em: <<https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/trifolium/repens/>>.

GONÇALVES DOS SANTOS, H. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: [s.n.].

GOODENOUGH, A. E.; WEBB, J. C.; YARDLEY, J. Environmentally-realistic concentrations of anthelmintic drugs affect survival and motility in the cosmopolitan earthworm *Lumbricus terrestris* (Linnaeus, 1758). **Applied Soil Ecology**, v. 137, n. February, p. 87–95, 2019.

HARTIG, F. **Package ‘ DHARMa ’**, 2019. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=DHARMa%0A>>

HAY, F. S. et al. Invasion of sheep dung by nematophagous fungi and soil nematodes

on a hill country pasture in New Zealand. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 30, n. 13, p. 1815–1819, 1998.

HOSTE, H. et al. Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infections. **Veterinary Parasitology**, v. 186, n. 1–2, p. 18–27, 2012.

HOSTE, H. et al. Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock. **Veterinary Parasitology**, v. 212, n. 1–2, p. 5–17, 2015.

HOSTE, H. et al. Interactions Between Nutrition and Infections With *Haemonchus contortus* and Related Gastrointestinal Nematodes in Small Ruminants. In: **Advances in Parasitology**. [s.l.: s.n.].

JAIMEZ-RODRÍGUEZ, P. R. et al. The worm burden of tracer kids and lambs browsing heterogeneous vegetation is influenced by strata harvested and not total dry matter intake or plant life form. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 8, p. 2243–2251, 2019.

KEITH, R. K. The Differentiation of the Infective Larvae of Some Common Nematode Parasites of Cattle. **Australian Journal of Zoology**, v. 1, n. 2, p. 223–235, 1952.

KNAPP-LAWITZKE, F. et al. Assessment of the impact of plant species composition and drought stress on survival of strongylid third-stage larvae in a greenhouse experiment. **Parasitology Research**, v. 113, n. 11, p. 4123–4131, 2014.

KÖKSAL, Z. et al. Impact of Some Avermectins on Lactoperoxidase in Bovine Milk. **International Journal of Food Properties**, v. 19, n. 6, p. 1207–1216, 2016.

KRECEK, R. C.; GROENEVELD, H. T.; VAN WYK, J. A. Effects of time of day, season and stratum on *Haemonchus contortus* and *Haemonchus placei* third-stage larvae on irrigated pasture. **Veterinary Parasitology**, v. 40, n. 1–2, p. 87–98, 1991.

LEATHWICK, D. M. The influence of temperature on the development and survival of the pre-infective free-living stages of nematode parasites of sheep. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 61, n. 1, p. 32–40, 2013.

LEVINE, N. D.; TODD, K. S. Micrometeorological factors involved in development and survival of free-living stages of the sheep nematodes *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis*. A review. **International Journal of Biometeorology**, v. 19, n. 3, p. 174–183, 1975.

LUCENA, C. C. DE et al. Ovinocultura e Caprinocultura - Conjuntura Econômica, aspectos produtivos de 2017 e perspectivas para 2018. 2017.

MARLEY, C. L. et al. Effect of forage legumes and anthelmintic treatment on the performance, nutritional status and nematode parasites of grazing lambs. **Veterinary Parasitology**, 2005.

MARLEY, C. L. et al. Effects of legume forages on ovine gastrointestinal parasite development, migration and survival. **Veterinary Parasitology**, v. 138, n. 3–4, p. 308–317, 2006a.

MARLEY, C. L. et al. The effects of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) and chicory (*Cichorium intybus*) when compared with perennial ryegrass (*Lolium perenne*) on ovine gastrointestinal parasite development, survival and migration. **Veterinary Parasitology**, v. 138, n. 3–4, p. 280–290, 2006b.

MARTINS COSTA, L.; AMARANTE, A. F. **Controle de helmintos de ruminantes no brasil**. 1. ed. [s.l: s.n.].

MARTINS, E. C. et al. **Cenários mundial e nacional da caprinocultura e da ovinocultura Ativos Ovinos e Caprinos**. [s.l: s.n.].

MCKENNA, P. et al. Red clover (*Trifolium pratense*) in conservation agriculture: a compelling case for increased adoption. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 16, n. 4–5, p. 342–366, 2018.

MERKOUROPOULOS, G. et al. Evaluation of *Lotus corniculatus* L. accessions from different locations at different altitudes reveals phenotypic and genetic diversity. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 4, p. 851–856, 2017.

MOLENTO, M. B. et al. Challenges of nematode control in ruminants: Focus on Latin America. **Veterinary Parasitology**, v. 180, n. 1–2, p. 126–132, 2011.

MOYE, H. H. **Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus*) Cultivars Adaption Concerning Drought and Heat Tolerance Enabling the Expansion of Geographic Adaptation to include Alabama with Disease Resistance to Fungi and Nematodes as well as Herbicide Injury**. [s.l.] Auburn University, 2018.

NEVES, J. H. DAS et al. Diagnosis of anthelmintic resistance in cattle in Brazil: A comparison of different methodologies. **Veterinary Parasitology**, v. 206, n. 3–4, p. 216–226, 2014.

NIETO, L. M. et al. Observações epidemiológicas de helmintos gastrintestinais em ovelhas mestiças manejadas em pastagens com diferentes hábitos de crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 45–51, 2003.

NIEZEN, J. H. et al. Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs

grazing. **Journal of Agricultural Science**, v. 125, n. 2, p. 281–289, 1995.

NIEZEN, J. H. et al. Effect of topographical aspect and farm system on the population dynamics of *Trichostrongylus* larvae on a hill pasture. **Veterinary Parasitology**, v. 78, n. 1, p. 37–48, 1998a.

NIEZEN, J. H. et al. Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. **Veterinary Parasitology**, v. 80, n. 1, p. 15–27, 1998b.

NIEZEN, J. H. et al. Effect of plant species on the larvae of gastrointestinal nematodes which parasitise sheep. **International Journal for Parasitology**, v. 28, n. 5, p. 791–803, 1998c.

NIEZEN, J. H. et al. The development of *Trichostrongylus colubriformis* larvae on a range of herbage species or on plots of differing topographical aspect. **Veterinary Parasitology**, v. 112, n. 3, p. 227–240, 2003.

O’CONNOR, L. J.; WALKDEN-BROWN, S. W.; KAHN, L. P. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 142, n. 1–2, p. 1–15, 2006.

OLIVEIRA -SEQUEIRA, T.; AMARANTE, A. F. T. DO. **Parasitologia Animal Animais de Produção**. Rio de Janeiro: [s.n.].

OLIVEIRA, A. L. F. et al. Effect of plant trichomes on the vertical migration of *Haemonchus contortus* infective larvae on five tropical forages. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, n. 5, p. 775–782, 2009.

OLIVEIRA, L. M. B. DE et al. Plantas taniníferas e o controle de nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes. **Ciência Rural**, v. 41, n. 11, p. 1967–1974, 2011.

OLIVEIRA, R. S. DE; MIGUEL, A.; ALVES, F. L. Status de parasitas gastrintestinais em ovinos no estado de Rondônia Status. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal Brazilian**, v. 13, n. 3, p. 401–410, 2019.

OLUBUNMI, V. et al. Effects of supplementing herbaceous forage legume pellets on growth indices and blood profile of West African dwarf sheep fed Guinea grass. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 4, p. 867–877, 1 maio 2019.

OSAKA, D. M. et al. Verminose ovina com ênfase em haemoncose: uma revisão. **PUBVET**, v. 2, n. 16, 2008.

PINHEIRO MACHADO, L. C. **Pastoreio Racional Voisin**. 3. ed. [s.l: s.n.].

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing** Vienna, 2019.

RAHMANN, G.; SEIP, H. Alternative strategies to prevent and control endoparasite

diseases in organic sheep and goat farming systems – a review of current scientific knowledge. **Ressortforschung Für Den Ökologischen Landbau**, v. 57, n. 2, p. 49–90, 2007.

RAINERI, C.; NUNES, B. C. P.; GAMEIRO, A. H. Technological characterization of sheep production systems in Brazil. **Animal Science Journal**, v. 86, n. 4, p. 476–485, 2015.

RAMÍREZ-RESTREPO, C. A. et al. Use of Lotus corniculatus containing condensed tannins to increase lamb and wool production under commercial dryland farming conditions without the use of anthelmintics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 117, n. 1–2, p. 85–105, 2004.

RAMÍREZ-RESTREPO, C. A. et al. Use of Lotus corniculatus containing condensed tannins to increase summer lamb growth under commercial dryland farming conditions with minimal anthelmintic drench input. **Animal Feed Science and Technology**, v. 122, n. 3–4, p. 197–217, 2005a.

RAMÍREZ-RESTREPO, C. A. et al. Use of Lotus corniculatus containing condensed tannins to increase reproductive efficiency in ewes under commercial dryland farming conditions. **Animal Feed Science and Technology**, v. 121, n. 1–2, p. 23–43, 2005b.

RAMOS, C. et al. Desenvolvimento e sobrevivência da fase de vida livre de nematódeos parasitas de bovinos em pastagens naturais nos campos de Lages, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 2, n. 2, p. 133–140, 1993.

RAMOS, C. I. et al. Epidemiologia das helmintoses gastrintestinais de ovinos no Planalto Catarinense. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1889–1895, 2004.

REICHERT, J. M. **Solos Florestais**. 1. ed. Santa Maria: [s.n.].

RIDAY, H. Progress Made in Improving Red Clover (*Trifolium pratense* L .) Through Breeding. **International Journal of Plant Breeding**, v. 4 (1), p. 22–29, 2010.

ROBERTS, F.; O’SULLIVAN, P. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastro-intestinal tract of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 1, n. 1, p. 99, 1950.

ROCHA, R. A. et al. Recovery of *Trichostrongylus colubriformis* infective larvae from three grass species contaminated in summer. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria**, v. 17, n. 4, p. 227–234, 2008.

ROCHA, R. A.; AMARANTE, A. F. T.; BRICARELLO, P. A. Comparison of the susceptibility of Santa Inês and Ile de France ewes to nematode parasitism around parturition and during lactation. **Small Ruminant Research**, v. 55, n. 1–3, p. 65–75, 2004.

RODRIGUES, P. et al. Nematódeos Gastrintestinais De Bovinos – Revisão. **Revista**

Científica De Medicina Veterinária, v. 24, p. 21, 2015.

SANTOS, M. C.; SILVA, B. F.; AMARANTE, A. F. T. Environmental factors influencing the transmission of *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v. 188, n. 3–4, p. 277–284, 2012.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; VENDRUSCOLO, M. C.; CECCHETTI, D. Desempenho de leguminosas nativas (*Adesmia*) e exóticas (*Lotus*, *Trifolium*), em função do estágio fenológico no primeiro corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1871–1880, 2005.

SCHULTZE-KRAFT, R. et al. Tropical forage legumes for environmental benefits: An overview. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 6, n. 1, p. 1–14, 2018.

SHARP, J. M.; EDWARDS, G. R.; JEGER, M. J. Impact of the spatial scale of grass-legume mixtures on sheep grazing behaviour, preference and intake, and subsequent effects on pasture. **Animal**, v. 6, n. 11, p. 1848–1856, 2012.

SILANGWA, S. M.; TODD, A. C. Vertical Migration of Trichostrongylid Larvae on Grasses. **The Journal of parasitology**, v. 50, n. 2, p. 278–285, 1964.

SILVA, B. F. et al. Vertical migration of *Haemonchus contortus* third stage larvae on *Brachiaria decumbens* grass. **Veterinary Parasitology**, v. 158, n. 1–2, p. 85–92, 2008.

SINDICATO NACIONAL DA INDUSTRIA DE PRODUTOS PARA SAÚDE. **ANUÁRIO DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA SAÚDE ANIMAL: Saúde, elo indispensável da produção e do bem-estar animal**. Sao Paulo: [s.n.].

SIROKA, Z.; SVOBODOVA, Z. The toxicity and adverse effects of selected drugs in animals - Overview. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, v. 16, n. 1, p. 181–191, 2013.

SKAPETAS, B.; KALAITZIDOU, M. Current status and perspectives of sheep sector in the world. **Livestock Research for Rural Development**, v. 29, n. 2, 2017.

SOLDÁ, N. M. et al. Parasitos gastrintestinais em vacas leiteiras presentes em exposições agropecuárias na região oeste de Santa Catarina, Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 4, p. 373–377, 2016.

SOSTER, M. T. B.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; DALL'AGNOL, M. Caracterização morfofisiológica de genótipos de cornichão (*Lotus corniculatus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6 SUPPL. 1, p. 1654–1661, 2004.

SOUZA, P. et al. Período para desinfestação das pastagens por larvas de nematóides gastrintestinais de ovinos, em condições. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 9, n. 2, p. 159–164, 2000.

STURROCK, R. F. The control of trichostrongyle larvae (Nematoda) by fumigation in relation to their bionomics: I II. Field trials with methyl bromide. **Parasitology**, v. 55, n. 1, p. 67–75, 1965.

SUÁREZ, V. H. et al. **Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América**. 1. ed. Anguil: [s.n.].

SYKES, A. R. Host immune responses to nematodes: benefit or cost? Implications for future development of sustainable methods of control. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. suppl spe, p. 376–382, 2010.

VAN DIJK, J. et al. Ultraviolet light increases mortality of nematode larvae and can explain patterns of larval availability at pasture. **International Journal for Parasitology**, v. 39, n. 10, p. 1151–1156, 2009.

VAN DIJK, J.; MORGAN, E. R. The influence of water on the migration of infective trichostrongyloid larvae onto grass. **Parasitology**, v. 138, n. 6, p. 780–788, 2011.

VERSCHAVE, S. H. et al. Measuring larval nematode contamination on cattle pastures: Comparing two herbage sampling methods. **Veterinary Parasitology**, v. 210, n. 3–4, p. 159–166, 2015.

WANG, T. et al. Moisture requirements for the migration of *Haemonchus contortus* third stage larvae out of faeces. **Veterinary parasitology**, v. 204, n. 3–4, p. 258–264, 2014.

WANG, T. et al. Microclimate has a greater influence than macroclimate on the availability of infective *Haemonchus contortus* larvae on herbage in a warmed temperate environment. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 265, p. 31–36, 2018a.

WANG, T. et al. Microclimate has a greater influence than macroclimate on the availability of infective *Haemonchus contortus* larvae on herbage in a warmed temperate environment. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 265, p. 31–36, 2018b.

WANG, Y.; MCALLISTER, T. A.; ACHARYA, S. Condensed Tannins in Sainfoin: Composition, Concentration, and Effects on Nutritive and Feeding Value of Sainfoin Forage. **Crop Science**, v. 55, n. 1, p. 13–22, 2015.

WILLIAMS, B.; WARREN, J. Effects of spatial distribution on the decomposition of sheep faeces in different vegetation types. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 103, n. 1, p. 237–243, 2004.

WILMSEN, M. O. **Epidemiologia das infecções por nematódeos gastrintestinais em ovinos criados em botucatu**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2014.

10 ANEXOS

Anexo 1. Regressão binomial negativa que compara a sobrevivência das larvas infectantes de nematoides gastrintestinais no pasto na semana um, dois e quatro após a contaminação com fezes.

Semana	n	L3 pasto	Coefficiente Log	CrI 95% Log	Rate ratio	CrI 95% Odds ratio	Valor P	Valor P
1	47	201	Referente		-	-	-	
2	46	235	0,827	0,092 a 1,642	2,28	1,096-5,165	<0.01	
4	47	45	-0,733	-1.561 a 0.058	0,48	0.209-1.059	<0.1	
								<0.001
Fator aleatório	Variância	ICC (%)						
Parcela: Bloco	0,5763	37,52						
Bloco	0,2790	18,11						

A deposição das fezes foi realizada no dia 24 de outubro de 2018 em parcelas compostas por monoculturas de Trevo Branco, Trevo Vermelho e Cornichão.

Parcela: Bloco:36; Bloco:4

n: se refere ao número de sub-parcelas (Diâmetro e Estrato) avaliadas em cada tratamento. O experimento foi desenhado para avaliar 48 sub-parcelas, números inferiores são resultantes de observações perdidas.

L3: recuperação total de larvas infectantes nas amostras de pasto.

ICC: Coeficiente de Correlação Interclasse

CrI: Intervalo de Credibilidade de 95%

Os coeficientes e os CrI foram calculados com base a 2000 simulações do modelo multivariado com inferência Bayesiana.

Valores p obtidos com Type II Wald chisquare teste.

Anexo 2. Regressão binomial negativa que compara a migração das larvas infectantes no estrato superior do Cornichão, Trevo Branco e Trevo Vermelho, após quatro semanas de deposição de fezes contaminadas com ovos de nematoides gastrintestinais de ovinos.

Espécie: Estrato		Coefficiente	CrI95%	Rate ratio	CrI95%	Valor P	Valor P
		Log	Log		Rate ratio		
C: E. Superior		Referente	-	-	-	-	
TB: E. Superior		2,283	1,231-3,297	9,806	3,424-	<0,001	
TV: E. Superior		1,723	0,637-2,820	5,601	27,031	<0,01	
					1,890-		
					16,776		
							<0,001
Fator aleatório	Variância	Desvio padrão	ICC (%)				
Parcela:Bloco	0,5763	0,7592	37,52				
Bloco	0,2790	0,5282	18,11				

A deposição das fezes foi realizada no dia 24 de outubro de 2018 em parcelas compostas por monoculturas de Trevo Branco(TB), Trevo Vermelho(TV) e Cornichão(C).

Parcela:Bloco:36; Bloco:4

As parcelas foram divididas por Diâmetro e Estrato

ICC: Coeficiente de Correlação Interclasse

CrI: Intervalo de Credibilidade de 95%

Os coeficientes e os CrI foram calculados com base a 2000 simulações do modelo multivariado com inferência Bayesiana.

Valores p obtidos com Type II Wald chisquare teste.

Anexo 3. Regressão Poisson multinível que compara a sobrevivência das larvas infectantes de nematoides gastrintestinais no solo na semana um, dois e quatro após a contaminação com fezes.

Semana	n	L3 Solo	Coefficiente	CrI 95%	Rate ratio	CrI 95%	Valor	Valor
			Log	Log		Odds ratio	P	P
1	12	35	Referente		-	-	-	
2	12	10	-1,45	-2,60 a 0,31	0,23	0,07 a 0,73	0,05	
4	11	6	-1,74	-3,056 a -0,46	0,17	0,04 a 0,63	<0.01	
								<0.01

ICC Ajustado: 0,076

Fator aleatório Variância

Parcela: Bloco 1,01

Bloco 0,15

A deposição das fezes foi realizada no dia 24 de outubro de 2018 em parcelas compostas por monoculturas de Trevo Branco, Trevo Vermelho e Cornichão.

Parcela: Bloco: 35 Bloco:4

n: se refere ao número de parcelas avaliadas em cada tratamento. O experimento foi desenhado para avaliar 12 parcelas por semana, o número inferior são resultantes de observações perdidas.

L3: recuperação total de larva infectante nas amostras de Solo.

ICC: Coeficiente de correlação interclasse

CrI: Intervalo de Credibilidade de 95%

Os coeficientes e os CrI foram calculados com base a 2000 simulações do modelo multivariado com inferência Bayesiana.

Valores p obtidos com Type II Wald chisquare tests

Anexo 4. Regressão Poisson multinível que compara a sobrevivência das larvas infectantes de nematoides gastrintestinais nas fezes na semana um, dois e quatro após a contaminação com fezes.

Semana	n	L3 fezes	Coefficiente	CrI 95% Log	Rate ratio	CrI 95%	Valor P	Valor P
			Log			Odds ratio	P	P
1	12	196	Referente		-	-	-	
2	11	115	0,2	-0,83 a 1,38	1,32	0,43 a 3,99	0,64	
4	11	4	-2,93	-4,96 a -0,006	0,05	0,006 a 0,36	<0,01	
								<0,001
ICC Ajustado: 0,12								
Fator aleatório Variância								
Parcela 1,35								
Bloco 0,23								

A deposição das fezes foi realizada no dia 24 de outubro de 2018 em parcelas compostas por monoculturas de Trevo Branco, Trevo Vermelho e Cornichão.

Parcela:34 Bloco:4

n: se refere ao número de parcelas avaliadas em cada tratamento. O experimento foi desenhado para avaliar 12 parcelas por semana, o número inferiores são resultantes de observações perdidas.

L3: recuperação total de larva infectante nas amostras de fezes.

ICC: Coeficiente de correlação interclasse

CrI: Intervalo de Credibilidade de 95%

Os coeficientes e os CrI foram calculados com base a 2000 simulações do modelo multivariado com inferência Bayesiana.

Valores p obtidos com Type II Wald chisquare tests

Anexo 5. Temperatura máxima, mínima e média, Precipitação, umidade relativa e radiação solar em Florianópolis SC. durante as oito semanas de experimento.

Semana	Data	Precipitação (mm)	Temperatura (C°)			Umidade Relativa (%)	Radiação solar (KJ/M ²)
			Máxima	Mínima	Media		
0	24/10/2018	1,4	22,6	18,9	20,3	76	470,6
	25/10/2018	4,7	21,2	17	19,68	94	398,7
	26/10/2018	20,2	22,4	19,8	21,4	95	377
	27/10/2018	37,1	29,8	19,6	22,32	83	1671,2
	28/10/2018	0	24	16,8	20,44	71	1853,4
	29/10/2018	0	23,7	16,8	20,26	76	894,2
	30/10/2018	0	26	18,2	22,36	75	1800,5
1	*31/10/2018	9,2	24,8	19,1	21,46	91	409,1
	*1/11/2018	20,8	24,8	19,4	21,68	80	739
	*2/11/2018	0	23,8	19	21,28	76	834
	3/11/2018	0	24,8	19,4	21,84	87	343,9
	4/11/2018	15,7	26	18,6	22	74	2008,8
	5/11/2018	0	25,3	17,8	21,58	71	1600,7
2	*6/11/2018	0	27,4	17,6	23	72	1971,8
	*7/11/2018	2,7	24,6	20,3	21,9	82	648,5
	*8/11/2018	1,1	25,4	19	21,6	70	1095
	9/11/2018	2,4	26,8	18,1	22,38	82	1303,7
	10/11/2018	13,3	26,3	20,7	23,32	86	1529,2
	11/11/2018	4,5	28,8	20	24,44	84	1904,8
	12/11/2018	0	29,1	22,6	25,52	80	1956,9
3		16,4	25,4 a 32,8	18,9 a 22,4	21,34 a 27,72	60 a 82	506,1 a 2155
4	*20/11/2018	0	26,2	15	21,52	64	1599,1
	*21/11/2018	0	27	16,1	22,4	68	2167,6
	*22/11/2018	3,5	28,8	19,6	23,68	86	1674,4
	23/11/2018	0	28,4	20,8	24,76	81	1639,4
	24/11/2018	3,2	28	22,1	23,66	92	947,7
	25/11/2018	13,2	25,7	19	22,14	75	1376,8
	26/11/2018	0	26,5	18,2	22,66	66	1873,6
5		40,6	23,6 a 29,8	18,3 a 20,6	20,26 a 24,56	65 a 89	731 a 1839,5
6	4/12/2018	0	29,6	16,1	23,06	77	2269,1
	*5/12/2018	0	27,6	17,5	22,92	70	2133,7
	*6/12/2018	0	26,4	19,8	22,48	71	1357,3
	7/12/2018	0	23,6	19	20,76	64	897,5
	8/12/2018	0	25,4	13,7	20,58	59	2293,1
	9/12/2018	0	27,1	15,6	22,34	64	2162,4
	10/12/2018	0	28,6	20,9	24,58	76	2089,8
7	11/12/2018	16,8	29,5 a 32,8	20,2 a 24,4	25,3 a 27,96	75 a 86	1502 a 2064,8
8	*18/12/2018	0,2	30,6	23	26,14	81	1502,6
	*19/12/2018	4,4	30	22	26	80	1556,8

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia INMET, Estação Meteorológica Automática de Florianópolis/SC.

* Dia de coleta

O dia da deposição das fezes foi 24/10/2018

Nas semana 3, 5 e 7 se apresenta o total de chuva em mm para a semana e para a outras variáveis se apresentam os intervalos que contemplam o valor mínimo e o máximo da semana.