



**ESTUDIO SOBRE DESARROLLO Y SUPERVIVENCIA DE ESTADIOS DE VIDA
LIBRE DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES BOVINOS EN EL VALLE DE
LERMA, PROVINCIA DE SALTA**

Med. Vet. Leandro Hipólito Olmos

Trabajo de Tesis presentado como requisito parcial para optar el Título de

MAGISTER EN SANIDAD ANIMAL

Área de Producción y Sanidad Animal

Programa de Posgrado en Ciencias Agrarias

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Nacional de Mar del Plata

**Balcarce, Argentina
Septiembre 2021**

**ESTUDIO SOBRE DESARROLLO Y SUPERVIVENCIA DE ESTADIOS DE VIDA
LIBRE DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES BOVINOS EN EL VALLE DE
LERMA, PROVINCIA DE SALTA**

Med. Vet. Leandro Hipólito Olmos



.....
Dr. Víctor Humberto Suarez, MV
Director



.....
Dra. María Mercedes Lloberas, MV
Co-directora

**ESTUDIO SOBRE DESARROLLO Y SUPERVIVENCIA DE ESTADIOS DE VIDA
LIBRE DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES BOVINOS EN EL VALLE DE
LERMA, PROVINCIA DE SALTA**

Med. Vet. Leandro Hipólito Olmos

Aprobada por:



Prof. Ulises TRIARTE, Mag
Secretaría de Posgrado
Facultad de Ciencias Agrarias
UNSAJ

.....
Dr. Carlos Rossanigo, MV

Evaluador



Prof. Ulises TRIARTE, Mag
Secretaría de Posgrado
Facultad de Ciencias Agrarias
UNSAJ

.....
Dr. Oscar Anziani, MV

Evaluador



Prof. Ulises TRIARTE, Mag
Secretaría de Posgrado
Facultad de Ciencias Agrarias
UNSAJ

.....
Dr. Claudio Giudici, MV

Evaluador

Dedicatoria

*A mis padres
Guillermo y Leticia*

Agradecimientos

Al Dr. Víctor Suarez, mi director, por todo lo que me enseñó y me sigue enseñando, siendo una guía fundamental en mi formación como investigador y transmitirme esa pasión por la parasitología. Además, por preocuparse por mi bienestar en mi llegada a Salta. Deseo que la parasitología nos mantenga trabajando juntos.

A la Dra. Mercedes Lloberas, por sus aportes realizados y su acompañamiento en los momentos que la necesite.

Al Dr. Daniel Aguirre, mi director de beca INTA, por el apoyo brindado durante todo el transcurso de la maestría.

A Ramiro Moreno, compañero y amigo incondicional, pieza fundamental en la recolección y procesamiento de muestras del presente trabajo de tesis.

A mis compañeros Antonio Salatin, Rodrigo Pereyra, Ana Doderó y Emiliano Bertoni por ayudarme en los muestreos de mi trabajo de tesis.

A Juan Micheloud por su ayuda brindada en la gestión de cuestiones relacionadas a mi maestría.

A Ramón Yanes, por su ayuda en la confección de las instalaciones para llevar a cabo el ensayo.

Al Veterinario Nicolás Marcos y el Ing. Francisco Martorel por su predisposición a la hora de realizar las actividades en el establecimiento.

A mis padres, Leticia y Guillermo por inculcarme los valores necesarios para ser un hombre de bien, por su acompañamiento sin igual en todo momento de mi vida y por apoyarme en todas las decisiones tomadas a lo largo de estos años.

A Guillermina y Catalina, hermana y sobrina-ahijada, por regalarme momentos de felicidad durante todo este tiempo y que a pesar de la distancia siempre las tengo presente.

A Yamila, por todo su amor y ser mi compañera de vida, por estar desde el principio de este trabajo en todo momento y por darme durante el transcurso de esta maestría al tesoro más preciado que tengo, mi hija Olivia Michelle motor fundamental para seguir adelante en todo momento.

INDICE

1.	Introducción	1
1.1	Generalidades y clasificación de los NGI de los rumiantes domésticos	2
1.2	Antecedentes sobre prevalencia de NGI en la región del NOA.....	4
1.3	Impacto productivo de la gastroenteritis verminosa	7
1.3.1	Fisiopatología de las pérdidas económicas producidas por los nematodos gastrointestinales.....	7
1.3.2	Impacto productivo de la gastroenteritis verminosa en la región del NOA...	10
1.4	Ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales.....	12
1.4.1	Fase parasítica del ciclo	12
1.4.1.1	Respuesta inmunológica hacia los nematodos gastrointestinales por parte del hospedador.....	13
1.4.1.2	Mecanismos de respuesta por parte del hospedador.....	13
1.4.1.3	Antecedentes sobre dinámica en la excreción de huevos en materia fecal en la región del NOA	14
1.4.2	Fase de vida libre	14
1.4.2.1	Etapas de la Fase de vida libre que se cumplen en la materia fecal	14
1.4.2.2	Dinámica de los estadios de vida libre en las pasturas	15
1.4.2.3	Factores ambientales relacionados al desarrollo de la Fase de vida libre	15
1.4.2.4	Condiciones medioambientales relacionadas al desarrollo y supervivencia de estadios larvarios en la materia fecal	16
1.4.2.5	Condiciones medioambientales relacionadas al desarrollo y supervivencia de las larvas de estadio 3 en la pastura.....	17
1.5	Importancia de los estudios eco-epidemiológicos de nematodos gastrointestinales bovinos	18
1.6	Objetivos	19
1.6.1	Objetivo general.....	19
1.6.2	Objetivos específicos	20
2.	Materiales y Métodos.....	21
2.1	Área de estudio	21
2.2	Localización e instalaciones del ensayo de supervivencia y desarrollo de los estadios larvarios	22
2.2.1	Sitio experimental	22
2.2.2	Medición de variables meteorológicas	22
2.2.3	Instalaciones.....	22

2.3 Origen de la MF contaminante y contaminación de las parcelas	23
2.3.1 Animales donadores	23
2.3.2 Contaminación de las parcelas	24
2.3.2.1 Recolección de MF para la contaminación de parcelas.....	24
2.3.2.2 Contaminación de las parcelas	25
2.4 Metodología de muestreo.....	26
2.4.1 Muestreo de MF de los animales donadores y de monitoreo complementario	26
2.4.2 Muestreo de MF depositada en las parcelas.....	26
2.4.3 Muestreo de pasto de las parcelas experimentales.....	27
2.5. Técnicas parasitológicas	27
2.5.1 Técnica de Mc Master modificada.....	27
2.5.2 Técnica del coprocultivo	28
2.5.3 Técnica de Baermann modificada.....	29
2.5.4 Técnica de Lavado de pasto para recuperación de estadios larvarios de la pastura	31
2.6 Variables en estudio en materia fecal y pasto	32
2.6.1 Tiempo de desarrollo de Huevo a L3: Tiempo de aparición (TA).....	32
2.6.2 Tasa de desarrollo de las L3 en la materia fecal (TDI y TDF)	33
2.6.3 Tiempo de permanencia de L3 en materia fecal (TPMF)	34
2.6.4 Tasa de supervivencia de L3 en excretas	34
2.6.5 Tiempo de aparición en pasto (TAP).....	34
2.6.6 Tasa de migración de L3 en pasto (TM).....	34
2.6.7 Tiempo de permanencia en pasto (TPP).....	34
2.6.8 Tasa de supervivencia de L3 en pasto.....	35
2.6.9 Variables climáticas relacionadas a las tasas en estudio	35
2.7 Análisis estadístico.....	35
3 Resultados	37
3.1 Variación estacional de los HPG en los establecimientos donadores	37
3.1.1 Establecimiento E1 (Establecimiento donador).....	37
3.1.2 Establecimiento E2	38
3.1.2 Establecimiento E3.....	39
3.2 Variación estacional de la prevalencia de géneros en los establecimientos donadores	40
3.2.1 Establecimiento E1	40
3.2.2 Establecimiento E2	41
3.2.3 Establecimiento E3	42

3.3 Resultados observados en el estudio de los depósitos experimentales.....	43
3.3.1 Tiempo de aparición (TA) Tiempo de desarrollo de Huevo a L3	43
3.3.1.1 Correlación del Tiempo de aparición con variables ambientales	44
.....	44
3.3.2 Tiempo de desarrollo total (TDT)	44
3.3.2.1 Correlación de factores ambientales con el Tiempo de desarrollo total	45
.....	45
3.3.3 Tasa de desarrollo de las L3 en la materia fecal (TDI y TDF)	46
3.3.3.1 Tasa de desarrollo final de las L3 totales en la MF de los distintos depósitos	46
3.3.3.2 Correlaciones de acuerdo al HPG en MS de materia fecal con la Tasa de desarrollo final de las L3 totales.....	46
3.3.3.3 Correlaciones relacionadas a variables climáticas con la Tasa de desarrollo final de las L3 totales.....	47
3.3.3.4 Descripción de las Tasas de desarrollo final por género y total observadas en las parcelas en estudio	48
3.3.3.5 Correlaciones de acuerdo al HPG en MS, la cantidad de L3 Kg MS MF y la Tasa de desarrollo final de los géneros en estudio	51
3.3.3.6 Correlaciones relacionadas a variables climáticas y la Tasa de desarrollo final de los géneros en estudio	51
3.3.4 Disponibilidad de L3 en Materia fecal	51
3.3.4.1 L3 Kg MS MF a lo largo de los muestreos.....	51
3.3.4.2 Correlación entre las L3 Kg MS MF y el ambiente	52
3.3.5 Tiempo de permanencia de las L3 en la materia fecal (TPMF)	53
3.3.5.1 Correlación entre TPFM y variables ambientales	55
3.3.6 Dinámica de supervivencia de las L3 en la materia fecal	56
Parcela julio	56
Parcela octubre	57
Parcela diciembre	59
Parcela de febrero	60
Parcela abril.....	61
3.3.7 Tiempo de aparición de L3 en pasto (TAP).....	63
3.3.7.1 Correlación con factores ambientales en el tiempo de traspaso de L3 a pasto.....	64
3.3.8 Tasa de migración (TM).....	64
3.3.8.1 Correlación de factores ambientales con la tasa de migracion.....	64
3.3.9 Tiempo de permanencia de L3 en pasto (TPP).....	64

3.3.9.1 Correlación de factores ambientales con el tiempo de permanencia en pasto de las L3 totales.....	66
3.3.9.2 Correlación de factores ambientales con el tiempo de permanencia de L3 en pasto de los distintos géneros.....	67
3.3.10 Descripción de la dinámica de las L3 acumuladas en pasto a lo largo del periodo de muestreo.....	68
3.3.10.1 Correlación de factores ambientales con la dinámica de infestación de L3 Kg MS en pasto.....	68
3.3.11 Dinámica de las L3 en el pasto en las distintas parcelas en estudio	69
Parcela de julio	69
Parcela de octubre.....	70
Parcela de diciembre	72
Parcela de febrero	74
Parcela de abril.....	75
4. Discusión	76
Dinámica de los HPG y prevalencia de los géneros en los establecimientos donadores.....	76
Tiempo de aparición de L3 en la materia fecal depositada.....	80
Tasa de desarrollo	82
Tiempo de permanencia en materia fecal.....	85
Traslación de L3 a la pastura	88
Tasa de migración (TM)	90
Tiempo de permanencia en pasto	92
5. Conclusiones	95
6. Bibliografía.....	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medias, Desvío Estándar y valor p del Tiempo de aparición en días de las L3 totales por depósito.	43
Tabla 2. Medias, Desvío Estándar y valor p del Tiempo de desarrollo total en días de las L3 totales por depósito	45
Tabla 3. Medias Desvío Estándar y valor p de la Tasa de desarrollo final de las L3 totales por depósito.	46
Tabla 4. Medias, Desvío Estándar y valor p del Tiempo de permanencia en materia fecal en días de las L3 totales por depósito.	53
Tabla 5. Medias, Desvío Estándar y valor p del Tiempo de permanencia en días en materia fecal por género por depósito.....	54
Tabla 6. Medias, Desvío Estándar y valor p de las medianas de supervivencia por comparación de promedios por período.....	54
Tabla 7. Medias, Desvío Estándar y valor p del TPMF en días de las L3 por género en la parcela de julio.....	56
Tabla 8. Medias, Desvío Estándar y valor p del TPMF en días de las L3 por género en la parcela de octubre.	57
Tabla 9. Medias Desvío Estándar y valor p del TPMF en días de las L3 por género en la parcela de diciembre.....	59
Tabla 10. Promedios, Desvío Estándar y valor p del TPMF en días de las L3 por género en la parcela de diciembre.....	60
Tabla 11. Medias Desvío Estándar y valor p del TPMF en días de las L3 por género en la parcela de diciembre.....	62
Tabla 12. Medias Desvío Estándar y valor p de los TAP por periodo.....	63
Tabla 13. Medias Desvío Estándar y valor p de las TM por periodo.....	64
Tabla 14. Medias Desvío Estándar y valor p de los tiempos de permanencia en pasto en días por periodo.....	65
Tabla 15. Medias Desvío Estándar y valor p de los tiempos de permanencia en pasto en días por comparación de promedios por género.	65
Tabla 16. Medias, Desvío Estándar y valor p de las medianas de supervivencia por comparación de promedios por periodo.	65
Tabla 17. Medias Desvío Estándar y valor p de los TPP en días por comparación de promedios por género en la parcela de julio.	70

Tabla 18. Medias Desvío Estándar y valor p de los TPP en días por comparación de promedios por género en la parcela de octubre.....	71
Tabla 19. Medias, Desvío Estándar y valor p de los TPP en días por género en la parcela de diciembre.	73
Tabla 20. Medias Desvío Estándar y valor p de los TPP en días por comparación de promedios por género en la parcela de febrero.	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del Valle de Lerma en la provincia de Salta.....	21
Figura 2. Diseño de la unidad experimental (parcela).....	23
Figura 3. Distribución de los tres establecimientos (E1, E2, E3) y el sitio experimental en el VDL.....	24
Figura 4. Contenedor con homogeneizado de materia fecal para contaminación de las parcelas	25
Figura 5. Esquema de contaminación de la unidad experimental (parcela).....	26
Figura 6. Dispositivos de Baermann utilizados para la recuperación de L3 en la muestra de materia fecal de las parcelas.....	30
Figura 7. Dispositivos de Macro-Baermann utilizados para la recuperación de L3 de muestras de pasto provenientes de las parcelas experimentales.....	31
Figura 8. Distribución de los HPG promedio a lo largo del año del E1.	38
Figura 9. Distribución de los HPG promedio a lo largo del año del E2.	39
Figura 10. Distribución de los HPG promedio a lo largo del año del E3.	40
Figura 11. Distribución anual de las prevalencias por coprocultivos (E1).	41
Figura 12. Distribución de las prevalencias en cada mes de muestreo (E2).	42
Figura 13. Distribución de las prevalencias en cada mes de muestreo (E3).	43
Figura 14. Relación entre Tmed, Tmin y Tmax con el Tiempo de aparición	44
Figura 15. Relación entre Tmed, Tmin y Tmax con el Tiempo de desarrollo total.	45
Figura 16. Correlación entre la variable HPG MS y L3 Kg MS MF.	47
Figura 17. Correlación entre la variable HPG MS y la Tasa de desarrollo final.	47
Figura 18. Tasa de desarrollo final de la parcela de julio por género y L3 total.....	48
Figura 19. Tasa de desarrollo final de la parcela de octubre por género y L3 total.	49
Figura 20. Tasa de desarrollo final de la parcela de diciembre por género y L3 total. .	49
Figura 21. Tasa de desarrollo final de la parcela de febrero por género y L3 total.	50
Figura 22. Tasa de desarrollo final de la parcela de abril por género y L3 total.	50
Figura 23. Gráfico de dispersión con la relación entre L3 KG MS MF y el día post-desarrollo.....	52
Figura 24. Esquema de Kaplan-Meier para las L3 totales en estudio por parcela en materia fecal.....	55
Figura 25. Dinámica de las L3 por género de la parcela de julio.	56

Figura 26. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de julio.	57
Figura 34. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de abril.	63
Figura 44. Relación entre las L3 recuperadas de las Materia fecal y las L3 recuperadas del pasto en el depósito de febrero.	74

INDICE DE ABREVIATURAS

CSA: Chaco Semiárido

CSE: Chaco Serrano

E1: Establecimiento 1

E2: Establecimiento 2

E3: Establecimiento 3

GEV: Gastroenteritis Verminosa

HPG: Huevos por gramo de materia fecal

Ind. LL/MS6: Índice de Lluvia/MS MF a los 6 días previo muestreo

Ind. LL/MS10: Índice de Lluvia/MS MF a los 10 días previo muestreo

MF: Materia Fecal

L3: Larva de tercer estadio

NGI: Nematodos Gastrointestinales

PA: Precipitaciones acumuladas previas al muestreo de pasto

PA6: Precipitaciones acumuladas 6 días previo al muestreo

PP: precipitaciones promedio entre muestreos

PS: Pastizales Serranos

PH: Pampa Húmeda

RIN: Respuesta Inmunológica

TA: Tiempo de aparición en materia fecal

TAP: Tiempo de aparición en pasto

TDF: Tasa de desarrollo final

TDI: Tasa de desarrollo inicial

TDT: Tiempo de desarrollo total

TM: Tasa de migración

TPMF: Tiempo de permanencia en materia fecal

TPP: Tiempo de permanencia en pasto

VDL: Valle de Lerma

VT: Valles Templados

YP: Yungas y Pedemontes

RESUMEN

En el estudio de la epidemiología de los nematodos gastrointestinales (NGI), el conocimiento adecuado de los estadios de vida libre de estos es una de las claves más importantes para diseñar con un carácter racional programas de control sustentables. Una característica de relevancia epidemiológica es el clima, en la región del NOA se caracteriza climáticamente por tener un periodo de lluvias estivales seguido de una época de sequía invernal. En cuanto al estudio de la dinámica de dichos estadios, esta región carece de estudios en este aspecto. Por lo tanto, la información recolectada en el presente trabajo, aportará datos de relevancia para el manejo sustentable del parasitismo gastrointestinal y servirá de base para futuras investigaciones en la región. El objetivo general de este trabajo fue determinar la contribución estacional hecha por los huevos de NGI depositados en la materia fecal (MF) por bovinos naturalmente infestados y determinar el desarrollo, supervivencia de estos en la MF, migración hacia el pasto y supervivencia en este, en el Valle de Lerma, provincia de Salta. Se realizaron 5 deposiciones de MF con 4 repeticiones en parcelas experimentales cada una en los meses julio, octubre, diciembre, febrero y abril. Cada unidad de deposición fue uniformada en moldes de 800 g de MF. El 1er muestreo (5 g MF) se realizó a partir del 10° día poscontaminación para determinar el desarrollo de huevo a larva infectante (L3), el cual continuó cada 3 días hasta el hallazgo de L3. Posteriormente el muestreo se realizó de forma mensual hasta obtener dos resultados negativos consecutivos. El muestreo de pasto comenzó tres días posteriores al hallazgo de L3 en la MF, prolongándose mensualmente hasta obtener dos resultados negativos. Se evaluó: tiempo de desarrollo (TA) tasa de desarrollo (TDF) de huevo a L3, tiempo de permanencia de L3 en materia fecal (TPMF) y tiempo de aparición (TAP), tasa de migración (TM) y tiempo de permanencia (TPP) de L3 en el pasto. Los principales géneros de parásitos presentes fueron *Cooperia*, *Haemonchus* y *Oesophagostomum*, los cuales fueron observados en todos los periodos en estudio. Los géneros *Ostertagia* y *Trichostrongylus* no fueron recuperados en los depósitos de octubre y diciembre. Se observaron diferencias significativas en el TA entre periodos ($p < 0,001$), observándose un mayor valor de TA en los depósitos de julio (28 días) con respecto al resto que promedió 9 y 10 días. En cuanto a la TDF, también se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre periodos, observándose mayores valores en el mes de abril (29,25%) y octubre (30,18%). La TDF mostró una fuerte correlación negativa con la cantidad de huevos por gramo depositados en la parcela. En cuanto al TPFM, se observaron diferencias entre periodos ($p < 0,001$) mostrando mayores valores en el mes

de julio (183 días). El TAP tuvo diferencias entre periodos ($p < 0,001$) observándose mayores valores en el mes de julio (117 días) al compararla con la menor TAP observada en febrero (9 días), octubre (18 días) y diciembre (23 días). La TM demostró diferencias significativas ($p < 0,01$) entre periodos, mostrando mayores valores en los meses de diciembre (61,82%) y febrero (81,08%) y en el caso de abril no se observó migración de L3 a la pastura. Por último, el TPP también mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) observando sus mayores valores en los depósitos de febrero (134 días) y diciembre (156 días). En cuanto a los géneros parasitarios, el género *Cooperia* fue el que demostró mayor resistencia ambiental tanto en MF como en el pasto. Por lo tanto, se concluye que las L3 originadas en el período de sequía sobreviven hasta el período de lluvias funcionando como pie de infección. Por otro lado, las L3 originadas en el periodo de lluvia no llegan a sobrevivir durante el posterior período seco y la presencia de L3 en las pasturas tendría origen en la contaminación realizada por las cargas de NGI preexistentes en los bovinos

Palabras claves: Bovinos, nematodes gastrointestinales, estadios vida libre, ecología, noroeste argentino.

ABSTRACT

In the study of gastrointestinal nematodes (GIN) epidemiology, adequate knowledge of their free life stages is one of the most important keys to rationally design sustainable control programs. The NOA region is characterized climatically by having a period of summer rains followed by a season of winter drought. Regarding the study of the dynamics of these stages, this region lacks studies in this regard. Therefore, the information collected in this work will provide relevant data for the sustainable management of gastrointestinal parasitism and will serve as the basis for future research in this region. The general objective of this work was to determine the seasonal contribution made by fecal (F) GIN eggs by naturally infected bovines and to determine their development, migration and survival in the MF and migration/survival in pasture in the Valley of Lerma, province of Salta. Five MF depositions in experimental plots with 4 repetitions in experimental plots each in the months of July, October, December, February and April were carried out. Each deposition unit was standardized in 800 g MF molds. To determine the development from egg to infective larvae (L3), the 1st sampling (5 g MF) was carried out from the 10th day post-contamination, and continued every 3 days until the finding of L3. Subsequently, a monthly sampling was made until two consecutive negative results were obtained. The grass sampling began three days after the L3 recovery in MF, and then monthly continue until two negative results were obtained. It was evaluated: development time (DT) and development rate (DR) from egg to L3 and permanence time of L3 in manure (PTF) and time of appearance (TAP), migration rate (MR) and permanence time (PT) of L3 on the grass. The main genera of parasites present were *Cooperia*, *Haemonchus* and *Oesophagostomum*, which were observed in all the periods under study. *Ostertagia* and *Trichostrongylus* genera, were not recovered in the October and December deposits. Significant differences were observed in the DT between periods ($p < 0.001$), observing higher DT values in July deposits (28 days) with respect to the rest, which averaged 9 and 10 days. DR showed significant differences ($p < 0.01$) between periods, with higher values being observed in April (29.25%) and October (30.18%). The DR showed a strong negative correlation with the number of eggs per gram deposited in the plot. Regarding the PTF, differences were observed between periods ($p < 0.001$), showing higher values in the month of July (183 days). The TAP had differences between periods ($p < 0.001$), with higher values observed in the month of July (117 days) when compared with the lowest TAP observed in February (9 days), October (18 days) and December (23 days). The MR also showed significant differences ($p < 0.01$) between periods, showing higher values in the months

of December (61.82%) and February (81.08%) and in the case of April, no migration of L3 was observed. to pasture. Finally, the PT showed significant differences ($p < 0.001$) observing its highest values in the deposits of February (134 days) and December (156 days). Therefore, it is concluded that the L3 originated in the drought period survive until the rain period, functioning as a foot of GIN infection. *Cooperia* genus showed the greatest environmental resistance both in MF and in grass. On the other hand, the L3 originated in the rain period do not survive during the subsequent dry period and its presence in the pastures would originate in the cattle L3 reinfection from previous GIN burdens.

Keywords: Cattle, gastrointestinal nematode, free living stage, ecology, Northwester Argentina

1. INTRODUCCIÓN

El Valle de Lerma (VDL) es una región ubicada en la parte central de la provincia de Salta, República Argentina. Esta posee un clima de tipo serrano sub-andino, con una marcada estación seca que se prolonga desde mayo hasta noviembre y una estación húmeda que se extiende desde diciembre hasta abril con precipitaciones promedios de unos 400 a 900 mm anuales (Bianchi y Bravo, 2008). En dicha región se concentra la mayor producción láctea de la provincia compuesta por unos 51 tambos con una producción estimada en 102.550 litros anuales (Suarez y Martínez, 2015).

Dentro de las enfermedades que afectan al ganado, el parasitismo gastrointestinal es uno de los problemas sanitarios que más impacto económico genera en los sistemas de producción de base pastoril (Suarez y Lorenzo, 2000). Dicho impacto tiene origen en cuadros de mortandad y pérdidas de peso subclínicas, siendo estas últimas las de mayor relevancia productiva (Fiel y Steffan, 2013).

En el estudio de la epidemiología de la gastroenteritis verminosa (GEV), las relaciones que existen entre los nematodos gastrointestinales (NGI) y el medio ambiente son de vital importancia (Suarez y Lorenzo, 2000; Fiel *et al.*, 2012; Fiel y Steffan, 2013). Dentro de estas interrelaciones la supervivencia de las larvas de estadio 3 (L3) en la pastura, el tiempo de desarrollo de huevos a estadios infestantes, el grado de contaminación y accesibilidad de L3 desde las pasturas a los animales, pueden ser consideradas como las variables que establecen el riesgo parasitario de un establecimiento ganadero (Rossanigo, 1999). Por lo tanto, el conocimiento adecuado de los estadios de vida libre de NGI es una de las claves más importantes para diseñar con un carácter racional programas de control sustentables contra infecciones naturales en el ganado bovino (Fiel *et al.*, 2012).

A nivel local, la dinámica de los estadios de vida libre de NGI, no posee antecedentes al respecto (Aguirre y Cafrune, 2013; Suarez *et al.*, Suarez, Martínez *et al.*, 2017; Suarez, Viñabal *et al.*, 2017; Suarez, Martínez, Viñabal *et al.*, 2017), considerando a este trabajo como el primer reporte en la región del Noroeste argentino (NOA). Por lo expuesto se deduce que la información recolectada, aportará datos de relevancia para el manejo sustentable del parasitismo gastrointestinal en el área de estudio y servirá de base para futuras investigaciones en la región.

1.1 Generalidades y clasificación de los NGI de los rumiantes domésticos

Los NGI que afectan a los rumiantes domésticos pertenecen al orden Strongylida. Dicho orden se halla compuesto por unas 8 superfamilias, siendo la Trichostrongyloidea la que contiene la mayoría de los géneros más frecuentes de los rumiantes (Durette Desset, 1983). A su vez, esta superfamilia se divide en base a características morfológicas de su aparato reproductor, cutícula y capsula bucal en tres familias denominadas Molineidae, Dyctiocaulidae y Trichostrongylidae (Giudici *et al.*, 2013). Esta última familia es la que agrupa los géneros de nematodos más patógenos para los rumiantes domésticos (Skrjabin *et al.*, 1954; Suarez *et al.*, 2007).

Subfamilia Haemonchinae: Los nematodos pertenecientes a esta familia se ubican en el abomaso de una amplia variedad de ungulados (Giudici *et al.*, 2013). Estos nematodos prevalecen en climas templados, subtropicales y tropicales (Lancaster *et al.*, 1983). Una característica de relevancia que posee este NGI es su alto poder biótico lo que le permite eliminar una gran cantidad de huevos en materia fecal (MF), permitiéndole (en condiciones de temperatura y humedad adecuada) tener una mayor cantidad de generaciones por año (Giudici *et al.*, 2013). Sin embargo, la característica más sobresaliente de esta subfamilia de Trichostrongylidos es su comportamiento hematófago, el cual usualmente se encuentra asociado a cuadros de anemia, edemas en zonas en declive como consecuencia de hipoproteinemia, pérdida de condición corporal, depresión, y en casos severos hasta la muerte (Suarez *et al.*, 2014). Dentro de las especies de *Haemonchus* spp. más comunes se pueden nombrar dos como los más relevantes:

Haemonchus contortus: De los especies de NGI trichostrongílidos esta es considerada la especie más estudiada (Giudici *et al.*, 2013; Besier y Dunsmore, 1993). Es un nematodo característico del abomaso de ovinos y caprinos, siendo a su vez considerada la especie más nociva para dichas especies (Dayenoff *et al.*, 1996; Anziani *et al.*, 2010).

Haemonchus placei: A diferencia y en caso contrario con lo que sucede con *H. contortus*, este NGI es considerado uno de los menos estudiados dado que durante muchos años fue confundido con *H. contortus* (Giudici *et al.*, 2013; Zarlenga *et al.*, 2016). Como característica diferencial *H. placei* se hospeda en el abomaso del bovino, aunque también puede llegar a parasitar en determinadas circunstancias a ovinos y caprinos (Jacquet *et al.*, 1996).

Subfamilia Cooperiinae: Los NGI que componen esta subfamilia, son parásitos que se hospedan en el intestino delgado de bóvidos, jiráfidos, camélidos y cérvidos (Anderson, 1992; Durette Desset *et al.*, 1999; Giudici *et al.*, 2013). El hecho de que estas especies se encuentren en el intestino delgado, lleva a que en casos severos puedan estar asociados a cuadros diarreicos con mermas productivas (Stromberg *et al.*, 2012). Esta subfamilia se encuentra compuesta por una amplia variedad de especies, siendo las de más relevancia a nivel nacional las siguientes:

Cooperia oncophora: Esta especie se encuentra con mayor frecuencia en la Pampa Húmeda (PH) (Suarez y De la Mata, 1987; Fiel *et al.*, 2000). Una característica de esta especie es que en conjunto con *Cooperia pectinata* está documentada su resistencia hacia las avermectinas (Fiel *et al.*, 2000; Anziani *et al.*, 2001).

Cooperia pectinata: Es un parásito que puede hallarse de forma más frecuente en bovinos, sin embargo también puede observarse en ovinos y otros rumiantes silvestres. Su localización es principalmente a nivel duodenal. Su nombre pectinata deviene de la forma de “peine” que poseen las espículas del macho (Giudici *et al.*, 2013).

Cooperia punctata: El efecto de *C. punctata* ha sido subestimado durante mucho tiempo. Sin embargo, trabajos recientes demostraron que puede generar mermas en la ganancia diaria de peso de los terneros, debido a disminución en la capacidad de consumo y una menor eficacia en la utilización de los nutrientes brindados por el alimento (Stromberg *et al.*, 2012). Esta especie de *Cooperia* si bien es considerada cosmopolita tiene mayor afinidad por los climas subtropicales (Fiel *et al.*, 1994).

Cooperia curticei: Esta especie puede hallarse parasitando pequeños rumiantes (Giudici *et al.*, 2013). Se desarrolla muy bien en climas templados como los de la Pampa Húmeda (Suarez, 2007).

Subfamilia Ostertagiinae: Los representantes de esta subfamilia se caracterizan por habitar el abomaso de distintos rumiantes y cérvidos (Armour y Ogbourne, 1982; Durette Desset *et al.*, 1999). Las especies más comúnmente registradas en el país son:

Ostertagia ostertagi (Stiles, 1892): Este NGI se halla parasitando el abomaso de los bovinos siendo considerado el parásito más patógeno en regiones de clima templado (Armour y Ogbourne, 1982; Lützelshwab *et al.*, 2005).

Teladorsagia circumcincta: Es una especie que parasita el abomaso de los pequeños rumiantes, aunque también puede hallarse parasitando camélidos y ciervos, pero su distribución más amplia puede observarse en ovinos de gran parte del país (Roveda y Ringuelet, 1947; Suarez, 1994; Suarez *et al.*, 2007).

Subfamilia Trichostrongylinae: Este grupo de NGI posee una distribución anatómica un poco más amplia en comparación con las subfamilias descritas, ya que hay especies que parasitan el abomaso (*Trichostrongylus axei*) y otras que lo hacen a nivel del intestino delgado (*Trichostrongylus colubriformis*). Estudios morfológicos basados en características de la bolsa copulatriz del macho ponen en consideración que los miembros de esta subfamilia pueden ser considerados los menos evolucionados de todos los NGI trichostrongílidos (Durette Desset, 1985). A nivel patológico las especies de *T. axei*. se caracterizan por generar úlceras o placas a nivel de la mucosa del órgano afectado (Giudici *et al.*, 2013).

Trichostrongylus colubriformis (Giles, 1892): Este NGI tiene una distribución mundial y afecta a los rumiantes (Giudici *et al.*, 2013). Su localización esta principalmente a nivel del intestino delgado, siendo el responsable de las diarreas de otoño-invierno en pequeños rumiantes (Fiel *et al.*, 2012).

Trichostrongylus axei (Cobbold, 1879): A diferencia de *T. colubriformis*, este se encuentra parasitando el abomaso de rumiantes, cérvidos y caprinos (Fiel *et al.*, 1994). Las lesiones generadas por este NGI se caracterizan por ser placas o úlceras con focos de necrosis de tipo crateriformes (Giudici *et al.*, 2013). Se presenta comúnmente en épocas de otoño e invierno (Romero *et al.*, 2007)

1.2 Antecedentes sobre prevalencia de NGI en la región del NOA

Distintos trabajos basados en coprología y en conteos de especímenes adultos a lo largo de los años han hecho hincapié en la prevalencia de los distintos NGI en la región del NOA. En principio dichos trabajos establecieron de forma general que los géneros más prevalentes en bovinos de la región del NOA son *Haemonchus*, *Cooperia* y *Oesophagostomum*, seguidos de *Trichostrongylus*, *Ostertagia*, *Trichuris* y *Bunostomum* (Le Riche *et al.*, 1982; Kühne *et al.*, 1986; Suarez *et al.*, Suarez, Martínez *et al.*, 2017; Suarez, Viñabal *et al.*, 2017; Suarez, Martínez, Viñabal *et al.*, 2017; Suarez, Bertoni *et al.*, 2018; Suarez, Olmos *et al.*, 2019; Suarez, Micheloud *et al.*, 2019).

En un estudio realizado en el VDL De Bustos y Herrera (1972) realizaron un trabajo basándose en estudios coprológicos en terneros de tambos de la región, en donde establecieron una prevalencia de 52% para *Cooperia*, 28% para *Haemonchus*, 13% para *Ostertagia*, 4% para *T. axei* y un 3% para *Oesophagostomum*. Hasta es el momento el único trabajo en referencia a esta temática realizado específicamente en la región del VDL.

En otras ecorregiones del NOA [Le Riche et al. \(1982\)](#) hallaron como géneros más prevalentes a *Haemonchus*, *Cooperia* y *Oesophagostomum*, siendo *Haemonchus* y *Cooperia* los géneros de mayor participación al considerar los resultados obtenidos por medio de terneros trazadores. A su vez, determinaron en menor proporción a los géneros *Trichostrongylus*, *Ostertagia* y *Trichuris*. Posteriormente [Kühne et al. \(1986\)](#) mediante un trabajo basado en coprología realizado en 4 ecorregiones del NOA como la de los Valles templados (VT), Pastizales Serranos (PS), Chaco Serrano (CSE) y Chaco Semiárido (CSA) obtuvieron resultados similares a los encontrados por [Le Riche et al. \(1982\)](#).

En un relevamiento realizado por [Suarez, Olmos et al. \(2019\)](#) en base a conteos de adultos de contenido de abomaso y de intestino delgado de bovinos recibidos en el periodo 2012-2018 en el laboratorio de Parasitología del Servicio de Diagnostico Veterinario Especializado del INTA EEA Salta, determinaron el predominio de *C. pectinata*, *C. punctata* y *H. placei* seguidos en menor medida a *O. ostertagi* y *T. axei* como NGI de mayor relevancia económica en la región del NOA. Dicho predominio tuvo ciertas diferencias al evaluar la categoría animal observándose que en los bovinos adultos (n: 20) se obtuvo una prevalencia del 44% para *C. pectinata*, de un 20% para *C. punctata*, un 12% para *H. placei*, un 10% *T. axei* y un 14 % *O. ostertagi*. En tanto que en los terneros dichos porcentajes fueron 73% para *C. pectinata*, 64% para *C. punctata*, 73% para *H. placei*, 46% para *T. axei* y 41% para *O. ostertagi*. Otra variable en estudio fue el sistema productivo, los contenidos digestivos provenían de sistemas de cría (n=33), lecheros (n=11) y de engorde a corral (n=12), en este análisis se observaron solo diferencias con el sistema de tambo en donde *O. ostertagi* obtuvo cargas significativamente más altas que en el sistema de cría y/o el de engorde a corral. Por último, a nivel de ecorregiones mostraron diferencias significativas en las cargas de *O. ostertagi*, observándose las cargas más altas en la ecorregión de los VT. En el caso de *T. axei* las mayores cargas se obtuvieron en la región del CSE y en los VT, siendo más bajas en el CSA. Además, este último en conjunto con *O. ostertagi* obtuvo las cargas más altas en los contenidos digestivos provenientes de animales que estaban por sobre los 1.000 msnm. En cuanto a *H. placei*, las cargas más elevadas se observaron en la región del CSA. Por último, en lo que respecta al género *Cooperia* no se observaron diferencias en sus cargas entre las diferentes ecorregiones estudiadas.

En la ecorregión de Yungas y Pedemonte (YP) se estableció que el género predominante fue *Cooperia* (81,9%), seguida de *Haemonchus* (15,5 %), finalizando con *Oesophagostomum* (2,3%) y *Trichostrongylus* (0,3%). La distribución anual de las prevalencias determinó la presencia de los géneros *Cooperia* y *Haemonchus* desde

principios de otoño, al llegar al invierno el género que más prevaleció fue *Cooperia* hasta llegar a principios de la primavera en donde disminuía, pero siempre manteniéndose como género más prevalente. En el caso de *Haemonchus* su prevalencia disminuyó muy marcadamente en el invierno, para aumentar a principios de primavera elevándose hacia mediados de otoño en donde mostró su mayor prevalencia. Por otra parte, observaron que la prevalencia de este último siempre estuvo en una proporción mucho menor a la presentada por *Cooperia*. Por último, el género *Oesophagostomum*, su mayor prevalencia se observó en el otoño disminuyendo paulatinamente hacia el invierno (Suarez, Viñabal *et al.*, 2017).

En la ecorregión del CSE determinaron un predominio del género *Haemonchus* (53,7%), seguido de *Cooperia* (41,8%), finalizando con *Oesophagostomum* (4,2%) y *Trichostrongylus* (0,23%). En cuanto a su distribución a lo largo del año se observó que la prevalencia de *H. placei*, y en menor medida *Cooperia* comienza a principios del otoño. Posteriormente en el caso de *Cooperia*, su prevalencia siguió en aumento en la época invernal hasta principios de septiembre en donde esta comenzó a descender. En el caso de *Haemonchus* este descendió en la época invernal para comenzar a prevalecer nuevamente hacia principios de primavera. La prevalencia de *Oesophagostomum* fue mayor durante la época otoñal (Suarez, Martínez, Viñabal *et al.*, 2017).

En la ecorregión de los PS se determinó que los géneros más prevalentes fueron *Cooperia*, *Haemonchus*, *Ostertagia* y *Trichostrongylus*, seguidos por *Oesophagostomum* y más alejado aun por *Bunostomum*. Dicha prevalencia tuvo ciertas variaciones al comprarse los resultados de coprocultivo en categorías distintas, mostrándose diferencias en el caso de *Cooperia* en donde los terneros mostraron un 45% de prevalencia en terneros, frente al 9 % presentado en vacas y en el caso de *Trichostrongylus* en donde la prevalencia en terneros fue del 11% y en el caso de las vacas fue de un 26,5% (Suarez, Bertoni *et al.*, 2018). Sobre la dinámica temporal, Suarez, Viñabal *et al.* (2017) determinaron un predominio de los géneros *Haemonchus* en el periodo de primavera-verano, seguido de *Cooperia* en otoño-invierno y hallaron la presencia de *Ostertagia*, el cual tuvo un aumento de prevalencia desde fines de verano hacia el invierno, presumiéndose un comportamiento similar al descrito en la PH. A su vez, también fue documentada la ocurrencia de un brote de Ostertagiasis tipo II en un lote de vaquillonas con mortandad de 44 de estas en un establecimiento del departamento de Pampa Grande en la ecorregión de los PS en el mes febrero (Micheloud *et al.*, 2014).

En la ecorregión del CSA se determinó el predominio de *Haemonchus* (47,1%), seguido de *Cooperia* (45,9%) y *Oesophagostomum* (7,0%). En el estudio de la dinámica temporal de los géneros se observó que a partir del otoño predominó el género *Haemonchus*. En el invierno y hasta principios de primavera el género que más prevaleció fue *Cooperia* spp. Desde mediados de primavera hacia el verano el género que más prevaleció fue *Haemonchus* (Suarez, Aráoz *et al.*, 2018).

Estos estudios demuestran que los géneros prevalentes de la región del NOA son *Haemonchus* y *Cooperia* (*pectinata* y *punctata*). A su vez es importante recalcar que en la región de los PS el género *Ostertagia* tiene una participación mayor, en comparación con las demás ecorregiones del NOA.

1.3 Impacto productivo de la gastroenteritis verminosa

Como se mencionó anteriormente, dentro del espectro de enfermedades que pueden afectar a los bovinos en etapa productiva, la infestación por NGI puede ser considerada como uno de los problemas sanitarios de más impacto económico en los sistemas de producción con base pastoril (Suarez y Lorenzo, 2000). Este impacto se ve reflejado en el efecto que generan los NGI sobre el animal en producción como por ejemplo la disminución del ritmo de crecimiento, pérdida de peso, menor producción de leche, menor rinde y calidad de res y en algunas ocasiones hasta la muerte de los animales (Entrocasso *et al.*, 1986a; 1986b; Fiel *et al.*, 2012). A su vez, a estas mermas productivas hay que sumarles los costos que implican llevar a cabo medidas de control para los NGI, incluido el costo asociado a la adquisición de antihelmínticos utilizados anualmente por los establecimientos ganaderos. Finalmente, se deben tener en cuenta también las pérdidas indirectas generadas por los NGI como son la subutilización del forraje por disminución de consumo voluntario (CV) de los animales, menor desarrollo corporal para servicio de vaquillonas de reposición y una menor eficiencia de conversión del pasto (Fiel *et al.*, 2012).

1.3.1 Fisiopatología de las pérdidas económicas producidas por los nematodos gastrointestinales

En animales en etapa de crecimiento, los mecanismos fisiopatológicos de las infestaciones parasitarias por NGI están basados en alteraciones del CV, digestión de los alimentos, absorción de nutrientes, deposición de proteínas, grasas y minerales, cambios hormonales y afectar la capacidad reproductiva (Entrocasso *et al.*, 1986a; 1986b; Giudici *et al.*, 2013).

Disminución del CV: Se considera, que este comportamiento es el responsable de la disminución en la ganancia diaria de peso y por ende retarda el crecimiento. Este efecto tiene origen en la lesión por parte de los NGI en áreas que poseen receptores para monitoreo de parámetros tales como el pH, motilidad y la liberación de hormonas necesarias para la realización del proceso digestivo como por ejemplo la gastrina y la colecistoquinina (Entrocasso *et al.*, 1986a; 1986b). A su vez, existe una disminución en la formación de los jugos gástricos lo que trae aparejada una disminución del tránsito de alimento por el tracto digestivo (Anderson *et al.*, 1981).

Digestibilidad: Esta demostrado que la infestación por NGI genera un efecto negativo en la digestibilidad de los alimentos. Las lesiones ocasionadas tanto en el abomaso como en el intestino delgado, dificultan la función normal de dichos órganos. Dichas lesiones están caracterizadas por la destrucción celular de glándulas digestivas y en la pérdida de superficie de digestión y absorción (Anderson *et al.*, 1981; Entrocasso *et al.*, 1986a).

Alteraciones en el metabolismo del N: En los casos de infestaciones por NGI, la alteración en el metabolismo del N puede tener diferentes orígenes. En primer lugar se puede relacionar de forma inmediata con la disminución del CV, sin embargo estudios llevados a cabo en ovinos han demostrado que otros factores pueden estar incluidos en este desorden metabólico (Sykes, 1982). Uno de los mecanismos que generan este desbalance es el aumento de la excreción de N por materia fecal y en menor medida por orina la cual puede ser consecuencia de una menor tasa de digestión proteica (Entrocasso *et al.*, 1986a; 1986b). Una cuestión de relevancia en este trastorno, es que la severidad del problema está íntimamente relacionada con el género de NGI actuante, demostrándose que los NGI del intestino delgado producen una pérdida mayor de plasma intestinal en comparación a los de origen abomasal, los cuales perduran por más tiempo (Symons y Jones, 1972; Steel, 1978). Además, Steel *et al.* (1982) demostraron que en infestaciones por *O. ostertagi* se puede evidenciar una pobre digestión de N a nivel abomasal, sin embargo esto no quiere decir que haya un aumento en la excreción de N fecal mientras que a nivel intestinal haya una compensación en la digestión y absorción del N.

Disminución en la deposición de proteínas y grasas: Los problemas en la formación de músculo y en la deposición de grasa están dados en el primero por la disminución del CV y por lo tanto por una menor fuente de sustrato para su formación y en el segundo caso, está dado por una menor eficiencia en utilización de la energía metabolizable (Entrocasso *et al.*, 1986a; 1986b). A su vez, Symons y Jones (1978)

demonstraron que dicha afección en la deposición de tejidos fue más marcada en ovinos posteriormente a una severa infección por el nematodo de intestino delgado *T. colubriformis*, por lo que se puede estimar que las infestaciones por NGI a nivel del intestino delgado generan más consecuencias a este nivel que las generadas por infestaciones a nivel abomasal.

En un estudio llevado a cabo en novillos frisonos expuestos a infestaciones naturales de NGI, en comparación con un grupo tratado con bolos de liberación lenta de morantel y fenbendazole, se observó, una diferencia en la ganancia de peso total al final del ensayo (GPT), obteniéndose una ganancia total de 131 kg y de 109 kg en el grupo tratado (GT) y en el grupo control (GC) respectivamente. Por lo tanto, se puede estimar una diferencia de GDT del 16,7 % en favor del GT en relación al GC. En el caso del análisis de rinde, determinó una diferencia entre el GT y el GC en cuanto al tamaño del ojo de bife con pesos de proteína cruda de 287,8 gr y de 235,3 gr en el GT y GC respectivamente. Dicha diferencia también se puso en evidencia al analizar el rinde de res, con una diferencia de 30 kg a favor del GT. Por último, a nivel de la deposición de grasa, también se observaron diferencias obteniéndose valores de 18,1 % y 14,2% en el GT y el GC respectivamente. Por lo tanto, estos resultados confirman que en animales de engorde el control de los NGI no solo tiene importancia en la GDP si no también en la calidad del producto final ([Entrocasso et al., 1986 b](#)).

Interferencia con la absorción de minerales: La información relacionada a esta temática puede ser considerada escasa ([Giudici et al., 2013](#)). Sin embargo, algunos trabajos demostraron un aumento en la excreción fecal y urinaria de Mg, Ca y P en infestaciones con *O. ostertagi* ([Waymarck y Tarbat, 1969a; 1969b](#)). A nivel nacional, [Suarez, Micheloud et al. \(2019\)](#) realizaron un trabajo en dos establecimientos ubicados al este y norte de la provincia de Salta demostrando un efecto negativo por parte de la infestación por NGI sobre los niveles séricos de Cu. Sin embargo, en dicho trabajo también se midió la ocurrencia de dicho fenómeno en las concentraciones de P no demostrándose relación alguna. Dicho trabajo, concuerda con los datos obtenidos previamente por [Suarez et al. \(1990\)](#) los cuales informan bajos niveles de Cu sérico en terneros infectados con NGI en el oeste pampeano. Por lo tanto y considerando que tanto los NGI como la deficiencia de Cu generan mermas productivas, estos resultados ponen en evidencia la necesidad del control sanitario de ambos problemas ([Suarez, Micheloud et al., 2019](#)).

Cambios hormonales: Uno de los órganos en el que más se evidencian estos cambios hormonales es el abomaso. Uno de los cambios que más se ha documentado

es la elevación del pepsinógeno plasmático por ruptura de glandulas gástricas en los casos de Ostertagiasis tipo II (Armour, 1980; Armour *et al.*, 1982). Además, en bovinos está descrita una relación entre el daño generado por los estadios larvarios histótrofos de *O. ostertagi* y el aumento de los niveles de gastrina plasmática (Entrocasso *et al.*, 1986a). Algunos trabajos realizados en ovinos infectados por *T. colubriformis*, demostraron una disminución de los niveles sanguíneos de insulina y tiroxina acompañados de un aumento de los corticoides (Pritchard *et al.*, 1974).

Disminución en las capacidades reproductivas: Uno de los efectos demostrados en vaquillonas que estuvieron expuestas a infestaciones por NGI fue el menor desarrollo uterino y ovárico (Steffan *et al.*, 2011). A su vez, otro trabajo demostró que en vaquillonas con infestaciones por NGI en comparación con un grupo no expuesto, poseían un desarrollo del área pélvica menor y por lo tanto estaban más predispuestas a padecer distocias al momento del parto (Ambrustolo *et al.*, 1990). En los establecimientos en donde se lleva a cabo el servicio de vaquillonas a los 15 meses de edad, el control de los NGI en el periodo post-destete es de vital importancia para un adecuado desarrollo genital y músculo-esquelético (Steffan, 1990 citado por Fiel *et al.*, 2012).

1.3.2 Impacto productivo de la gastroenteritis verminosa en la región del NOA

Tomando en cuenta a la ecorregión del VDL, no existen trabajos que evalúen el impacto productivo de los NGI en los establecimientos de dicha región. Sin embargo, en otras ecorregiones la disponibilidad de información posee cierta cantidad de registros (Kühne, 1985; Holgado y Cruz, 1999; Suarez, Martínez *et al.*, 2017; Suarez, Viñabal *et al.*, 2017; Suarez, Martínez, Viñabal *et al.*, 2017; Suarez, Bertoni *et al.*, 2018; Suarez, Olmos *et al.*, 2019).

El primer trabajo en donde se subraya el impacto productivo de los NGI, fue llevado a cabo por Kühne (1985) en un establecimiento ubicado en la ecorregión del CSE. En dicho trabajo se informó una pérdida de peso en un rango de 30 a 40 Kg post-destete de machos cruza con cebú. A su vez también se determinó en las terneras una pérdida de peso menor de entre 20 a 30 kg. Posteriormente, un trabajo llevado a cabo en un establecimiento de cría del Chaco subhúmedo tucumano, se determinó una diferencia de peso de 44 kg entre el grupo control y el grupo tratado (Holgado y Cruz, 1995).

Estudios en otras ecorregiones del NOA fueron llevados a cabo en años posteriores (Suarez, Viñabal *et al.*, 2017; Suarez, Martínez, Viñabal *et al.*, 2017; Suarez,

[Aráoz et al., 2018](#)). Dichos ensayos en su diseño experimental constaban de tres grupos, uno tratado con Moxidectina de forma sistemática en cada muestreo cada 45-55 días (GTS), otro grupo en el que se realiza el tratamiento local (GTL) y el último grupo de control sin tratamiento (GST).

El primero de estos estudios fue realizado en un establecimiento de la ecorregión del CSE en donde se monitoreó en dos periodos distintos un lote de 51 terneras destetadas en abril de 2014 con un promedio de edad de 5 meses. En el primer periodo de estudio (mayo a Septiembre de 2014) determinándose una GPT de 19,6 kg para el GTS, 11,5 kg para el GTL y de 11,2 kg para el GST. Observándose una diferencia de GPT del GTS del 41,3 % y del 42,8 % con respecto al GTL y GST. En el segundo periodo de estudio (mayo de 2015 a marzo de 2016) se observó una GPT de 73,4 kg para el GTS, 56,5 kg para el GTL y de 54,3 kg para el GST. Observándose una diferencia de GPT del GTS del 31,1 % y del 35,1% con respecto al GTL y GST ([Suarez, Martínez, Viñabal et al., 2017](#)).

En la ecorregión de YP se realizó un monitoreo un lote de 60 terneras destetadas en abril de 2015 en donde se determinó una GPT de 131,9 kg para el GTS, 111,0 kg GTL y 103,7 kg GST. Observándose una diferencia de GPT del GTS del 49,6 % y del 24,8 %, con respecto al GTL y GST ([Suarez, Martínez et al., 2017](#)).

En la ecorregión de los PS determinó en dos periodos distintos las diferencias de peso entre los grupos citados previamente. En el primer periodo (julio de 2013 a junio de 2014) se monitoreo un lote de terneros destetadas en abril de 2013 y de unos 8 meses de edad determinando una GPT de 102,4 kg para el GTS, de 94 kg para GTL y 86,6 kg para el GST. Observándose una diferencia de GPT del GTS del 8,2 % y del 15,4 %, con respecto al GTL y GST. En el segundo periodo, (abril de 2014 a noviembre de 2014) se monitoreó un lote de 60 terneras destetadas en marzo de 2014 de unos 5-6 meses de edad determinando una GPT de 43,1 kg para el GTS, de 29,9 kg para GTL y 25,9 kg para el GST. Observándose una diferencia de GPT del GTS del 30,5 % y del 39,9 %, con respecto al GTL y GST ([Suarez, Viñabal et al., 2017](#)).

En la ecorregión del CSA, se monitoreó un lote de terneras destetadas en abril de 2016 de unos 5-6 meses de edad determinando una GPT de 45,4 kg en el GTS, de 27,9 kg en el GTL y 25,4 kg en el GST, observándose una diferencia de GPT del GTS del 39,2 % y del 44 % con respecto al GTL y GST respectivamente ([Suarez, Aráoz et al., 2018](#)).

Por lo expuesto, se desprende que el impacto productivo de los NGL genera un impacto económico en los establecimientos de la región del NOA. A su vez, es

importante destacar que en base a los resultados volcados en este inciso, las mermas productivas se producen en mayor o menor medida independientemente de la ecorregión analizada. Por lo que, si bien en el VDL no hay trabajos realizados al respecto, se puede presumir que las infestaciones por NGI pueden tener un impacto similar al demostrado. Por último, otro aspecto de importancia para investigaciones a futuro sobre dicho impacto es la evaluación de esta sobre los establecimientos lecheros de tipo extensivos, ya que todos los trabajos citados fueron realizados en establecimientos de cría.

1.4 Ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales

El tipo de ciclo de los NGI tricostrongídeos puede ser clasificado como directo (Giudici *et al.*, 2013). Una característica importante de este ciclo biológico, es que consta de dos etapas. Una fase que se desarrolla sobre el animal (relación parasito-huésped) denominada fase parasítica y otra que ocurre en el ambiente denominada de vida libre (relación parasito-ambiente) (Fiel *et al.*, 2013).

1.4.1 Fase parasítica del ciclo

En esta fase los animales adquieren la infección por NGI al ingerir L3. Una vez ingresada, la L3 desprende su vaina en el rumen o abomaso, dependiendo del lugar que parasite el estadio adulto. En caso de que el desprendimiento se realice a nivel ruminal el parásito adulto se alojaría a nivel del abomasal. En caso de que este sea a nivel abomasal se alojaría en el intestino delgado. Posteriormente al desprendimiento de la vaina, esta comienza una etapa de desarrollo denominada “Fase histótrofa” en la mucosa del abomaso o intestino, en donde al cabo de unos 15 días aumentan de tamaño pasando por dos mudas y llegando a la fase de larva 5, también denominado estadio de pre-adulto. Por último, estos estadios emergen hacia la luz del órgano parasitado alcanzando el estado adulto, diferenciándose en machos y hembras, estos copulan y la hembra grávida elimina los huevos con la MF hacia el ambiente. El periodo que transcurre desde la ingestión de las L3 hasta el comienzo de la fase de ovoposición por parte de las hembras es denominada pre-patencia. Este último en términos generales puede durar unos 21 días (Fiel *et al.*, 2013). Sin embargo, dicho periodo puede llegar a variar desde 2-4 semanas, llegando a durar en el caso de *O. ostertagi* por el fenómeno de hipobiosis a los 5 meses (Giudici *et al.*, 2013).

1.4.1.1 Respuesta inmunológica hacia los nematodos gastrointestinales por parte del hospedador

La respuesta inmunológica (RIN) por parte del hospedador frente a las infestaciones por NGI está íntimamente relacionada a factores dependientes del huésped, del parásito y del ambiente. Desde un punto de vista práctico, se puede conjeturar que la RIN hacia los NGI tiene como consecuencia una disminución de la carga parasitaria en el animal y por ende una menor contaminación del medio ambiente con huevos en la MF (Armour, 1980; Gasbarre, 1997; Giudici *et al.*, 2013). Por lo tanto avances en el conocimiento sobre la RIN y su posible manipulación, pueden contribuir satisfactoriamente al manejo de las infestaciones por NGI en las pasturas y servir como alternativa a la resistencia a los antihelmínticos (Morley y Donald, 1980; Giudici *et al.*, 2013).

1.4.1.2 Mecanismos de respuesta por parte del hospedador

La presencia en el hospedador de NGI constituye un estímulo antigénico de gran magnitud, esto principalmente asociado a componentes estructurales del parásito y de productos propios de secreción-excreción originados en sus procesos metabólicos. En cuanto a esto, es importante destacar el desarrollo de RIN, está influenciada de forma directa al tiempo y a la magnitud de la exposición de los animales con los NGI (Michel, 1963; 1970). El contacto del huésped con los NGI, ocurre al momento de penetración en la mucosa de las L3 (Fase histótrofa). En dicho momento, la larva sufre tres mudas, momento en el cual se produce la secreción y desprendimiento cuticular y somático que actúa como estimulante inmunogénico (Giudici *et al.*, 2013). En base a este estímulo, la RIN comienza con la síntesis de determinadas interleuquinas que estimulan la diferenciación de Linfocitos T en sus formas helper 1 (LTH1) y 2 (LTH2). Dichas células, por medio de la síntesis de citoquinas desencadenan la proliferación y activación de eosinófilos, basófilos, mastócitos, linfocitos B y la producción de distintas inmunoglobulinas (A, M, E y G) (Gasbarre, 1997; Claerebout y Vercruyssen, 2000; Giudici *et al.*, 2013). La RIN estimulada actúa sobre los NGI disminuyendo el metabolismo basándose en una reducción del tamaño y generando alteraciones morfológicas que interfieren en la oviposición, generando un aumento del periodo de pre-patencia (Michel y Sinclair, 1969; Michel, 1963; Steffan *et al.*, 2013).

1.4.1.3 Antecedentes sobre dinámica en la excreción de huevos en materia fecal en la región del NOA

En lo que respecta a trabajos relacionados en el VDL, dicha información es escasa contándose solo con el registro realizado por [De bustos y Herrera \(1972\)](#), los cuales realizaron en el mes de febrero un estudio copro-parasitológica en terneros de 19 tambos de la región. En dicho estudio se determinó que al momento del muestreo el conteo de huevos por gramo de MF promedio (HPG) de los establecimientos muestreados fue de 291,8. A su vez, se observó que el 26,3 % de estos presentaban valores superiores a los 400 HPG, de los cuales en 2 de estos (10,5%) presentaban valores por encima de 800 HPG.

En trabajos realizados en otras ecorregiones del NOA, muestran que las mayores cargas de NGI ocurren desde fines de otoño-principio de invierno, con cierto desfase temporal respecto de la época de mayores precipitaciones (verano-inicio de otoño) ([Le Riche et al., 1982](#), [Kühne et al., 1986](#)). En los trabajos basados en HPG, los mayores valores serían por las condiciones más favorables de humedad y temperatura para el desarrollo del ciclo entre diciembre y abril. En cambio, durante el fin del invierno y principio de la primavera, se presentan condiciones ambientales menos favorables, observándose una disminución de los valores de HPG en la primavera y principio de verano ([Kühne et al., 1986](#)). La magnitud en la carga parasitaria muestra variantes en función en cuanto a las distintas zonas ecológicas de la región ([Aguirre y Cafrune, 2013](#)). Según la proporción de terneros con mayor valor de HPG (≥ 800) en la época crítica varío desde 25-52% en CSE, del 0-37% en los VT, del 0-24% en los PS y de 5-9% en CSA ([Khüne et al., 1986](#); [Aguirre y Cafrune, 2013](#)).

1.4.2 Fase de vida libre

La fase de vida libre es la que sucede en el ambiente y comienza en el momento que los huevos de NGI por medio de la MF son eliminados hacia la pastura. Como dato de relevancia, en esta fase es en donde se concentra el 90% de la población total de nematodos ([Fiel y Steffan., 2013](#)).

1.4.2.1 Etapas de la Fase de vida libre que se cumplen en la materia fecal

Dentro de la deposiciones, en condiciones de temperatura, humedad y oxigenación adecuadas el huevo eclosiona al estadio de Larva 1 (L1). Dicho estadio, abandona el huevo alimentándose de bacterias presentes en la MF y luego de un periodo actividad, muda al estadio de Larva 2 (L2). Esta última, al igual que la L1 tiene

hábitos bacteriófagos, dicha alimentación tiene por objetivo almacenar energía en forma de glucógeno en las células intestinales. Posteriormente las L2, pasan un periodo de reposo transformándose en el estadio de L3. Este último, mantiene la cutícula de la L2 y desarrolla una envoltura externa que impide que se siga alimentando, pero que la hace más resistente a las condiciones climáticas del ambiente: La L3 depende de la energía acumulada en sus estadios anteriores para llevar a cabo sus procesos metabólicos y de motilidad característicos (Fiel *et al.*, 2013).

1.4.2.2 Dinámica de los estadios de vida libre en las pasturas

Una vez desarrolladas las L3 en la MF, para completar su ciclo estas deben llegar a su hospedador. Si bien se puede considerar que estas poseen motilidad propia, el estímulo más importante para que se produzca la contaminación de las pasturas y por ende la transmisión hacia los animales son las lluvias (Steffan *et al.*, 2013). Estas por medio de un efecto mecánico y humectación de las gotas sobre la MF, estas se ablandan y por medio de micro-gotas generan la transmisión de las L3 hacia la pastura (Grønvold, 1984). Una vez en la pastura las L3 pueden sobrevivir en esta, sin embargo la mayor cantidad de L3 se resguarda en la MF depositada por los animales. Este último reservorio es de vital importancia para mantener la transmisión de la enfermedad de un ciclo a otro (Steffan *et al.*, 2013). Ambos reservorios de L3 (el que se encuentra en la pastura y en la MF) en conjunto se los denomina “Población en refugio” y constituye la parte de la población parasitaria que no se halla expuesta al control químico por medio de antihelmínticos (Van Wyck, 2001). Por lo tanto, considerando que menos del 5% de la población se encuentra en los animales, cuando se aplica un tratamiento antihelmíntico se afecta mínimamente la carga total del establecimiento (Steffan *et al.*, 2013).

1.4.2.3 Factores ambientales relacionados al desarrollo de la Fase de vida libre

La relación existente entre la población en refugio y el ambiente es un factor fundamental en el desarrollo del ciclo evolutivo de los NGI y depende fundamentalmente de dos variables, el clima y la pastura (Fiel *et al.*, 2013).

El clima es la variable determinante para la prevalencia de géneros de NGI en las distintas regiones del país. A su vez, también es el que determina las variaciones en las cargas de L3 en las pasturas (Fiel *et al.*, 2013). Un factor de carácter limitante en el desarrollo de las L3 es la humedad, por lo que se desprende que en épocas donde haya bajos registros de precipitaciones la infestación de las pasturas por L3 de NGI es más difícil (Gordon, 1973). Otra variable importante es la temperatura. En términos

generales, cuando esta es baja se retrasa el desarrollo de las L3, mientras que su aumento produce una aceleración del mismo (Williams y Bilkovich, 1973).

En cuanto a la pastura, las que se hallan compuestas por leguminosas permiten una mayor sobrevivencia que las compuestas por gramíneas. Esto se debe a que las primeras tienen una superficie foliar más amplia en comparación a las gramíneas, lo que permite mayor retención de humedad en el área por debajo de las hojas y protección hacia la radiación solar de las L3 contribuyendo a una mayor sobrevivencia de estas últimas (Fiel *et al.*, 2013). A su vez, otra característica de relevancia es el tipo de pastura utilizada. Considerándose de mayor riesgo a pasturas perennes de más de dos años en donde previamente pastorearon categorías susceptibles sin un control parasitario adecuado y de menor riesgo a las pasturas anuales (verdeos de invierno-verano) o rastrojos, henos. En la mayoría de estos últimos el laboreo de la tierra funciona como un factor de protección contra las infestaciones por NGI ya que el movimiento de la tierra disminuye la disponibilidad de L3 en la pastura (Steffan *et al.*, 2011).

1.4.2.4 Condiciones medioambientales relacionadas al desarrollo y supervivencia de estadios larvarios en la materia fecal

A nivel de la MF, las variables que están relacionadas con el desarrollo de los estadios de vida libre son el desarrollo de huevo a L3, supervivencia de L3 en la MF y migración de L3 desde la MF hacia la pastura.

Desarrollo de Huevo a L3: El desarrollo de huevos de NGI de rumiantes está altamente condicionado por la temperatura ambiente y humedad (Mauleon y Gruner, 1984). Como concepto general, se puede decir que en épocas frías el desarrollo de L3 puede presentar una velocidad más lenta y en el caso de las épocas más calurosas dicho proceso se puede ver acelerado (Williams y Bilkovich, 1973; Fiel *et al.*, 2013). La humedad propia de la MF estimula el desarrollo de las larvas de NGI. Por lo tanto, cuando en la MF sucede la deshidratación de las mismas, los estadios menos resistentes como el huevo, la L1 y la L2 pueden sucumbir de forma repentina. Este mismo fenómeno se puede presentar en el caso de temperatura ambiental extrema (baja o alta) o a una alta exposición solar de la MF (Fiel *et al.*, 2013).

Sobrevivencia de L3 en la MF La deshidratación de la MF posee una gran relevancia en lo que respecta a la sobrevivencia de las L3. Esta variable es la más importante para la duración de las cargas de L3 dentro de la MF. Para que la L3 dure más tiempo en la MF es necesario que la desecación sea de forma paulatina y lenta. Bajo estas condiciones, las L3 sobrevivirán más tiempo (Rossanigo, 1999).

Migración de L3 hacia la pastura: La salida de las L3 de la MF está casi exclusivamente relacionado a las lluvias (Fiel *et al.*, 2013). Esto último es debido a que, si bien las L3 tienen movilidad propia, necesitan estar contenidas en una película acuosa para movilizarse hacia la pastura (Grønvold, 1984). Algunos trabajos desarrollados en Inglaterra, en los cuales se midió la participación de la lluvia en el fenómeno de migración de L3 a la pastura, demostraron que una lluvia constante de alrededor de 50 mm durante 2 días, fue más efectiva para contaminar la pastura que tormentas de mayor intensidad en un menor periodo de tiempo (Durie, 1961), y en que fue suficiente una sola lluvia de 25 mm fue suficiente para liberar larvas de heces de caballo hacia la pastura (English, 1979). Por lo tanto, se deduce que el fenómeno pluvial es más eficiente en el proceso de migración de L3 cuando es constante y de una intensidad de baja a moderada que en el caso de tormentas de gran intensidad en un corto periodo de tiempo.

Un factor que posee gran relevancia en el proceso de migración de las L3 hacia la pastura, es la consistencia de la superficie de la MF, debe ser lo más blanda posible para que las lluvias puedan depositar las L3 en la pastura por medio de la acción mecánica de las gotas de lluvia. Por lo tanto, en épocas en donde la temperatura (y por lo tanto mayor porcentaje de evaporación de humedad en la MF) son más altas como el verano, para que se produzca dicho fenómeno es necesario un régimen de lluvia más fuerte en comparación a otras estaciones más frías como en el caso del invierno (Rose, 1963; Young y Anderson, 1981).

1.4.2.5 Condiciones medioambientales relacionadas al desarrollo y supervivencia de las larvas de estadio 3 en la pastura

Supervivencia de L3 y distribución en la pastura Las L3 no se distribuyen de forma homogénea en la pastura, concentrándose en la mayor parte de las L3 en el tramo que va desde el suelo hasta una altura de 10 cm de la planta. Sin embargo, dicha distribución puede variar dependiendo del momento del día, distribuyéndose a mayor altura a la salida o entrada del sol y en los días nublados o lluviosos (Fiel *et al.*, 2013).

La capacidad de las L3 para sobrevivir en las pasturas en diferentes épocas del año son un dato de gran relevancia a la hora de formular un plan de control eficiente, ya que esta variable puede determinar, en base a la contaminación con L3 y la época del año por cuanto tiempo esa pastura permanecerá con riesgo un parasitario determinado (Barger, 1999). En términos generales, el clima fresco y seco prolonga la supervivencia de las L3 y el clima cálido y húmedo disminuyen dicha variable. Esto es atribuible al hecho de que las L3, al no alimentarse, deben sobrevivir con la energía almacenada en

sus células intestinales. En este contexto, climas fríos evitarían el movimiento activo de las L3, minimizando el gasto energético de estas y por ende en dichas condiciones el tiempo de supervivencia sería mayor (Barger *et al.*, 1984). Por el contrario, con altas temperaturas las L3 son muy activas, agotando sus reservas energéticas muy rápido y su tiempo de supervivencia es menor (Fiel *et al.*, 2013). Además de la temperatura, la permanencia las L3 en la pastura está ligada a la disponibilidad de agua en el medio ambiente (Rossanigo, 1999). Climas con humedad ambiental elevada prolongan la supervivencia de dichos estadios en el pasto (Wharton, 1982; Anderson y Levine, 1968), mientras que en periodos más secos la disminución de la humedad ambiental acarrea como consecuencia una menor sobrevivencia de la L3 (Dinaburg, 1944).

Patrón de contaminación e infectividad de la pastura: La supervivencia de las L3 en la pastura, la carga animal, el tiempo de desarrollo de huevos a estadios infestantes, el grado de contaminación y accesibilidad de L3 desde las pasturas a los animales, la calidad, altura y densidad de la cobertura vegetal de la pastura pueden ser consideradas como las variables que establecen el riesgo parasitario y/o el nivel de infestación de una pastura (Rossanigo, 1999; Fiel *et al.*, 2013).

1.5 Importancia de los estudios eco-epidemiológicos de nematodos gastrointestinales bovinos

Una de las finalidades de la epidemiología es el control de la enfermedad en estudio, de aquí se desprende lo fundamental de comprender las interrelaciones entre el medio ambiente, la población afectada, que en el caso de la parasitología son denominados hospedadores, y la enfermedad. La GEV en bovinos ha sido un reto a nivel científico, sin embargo, cada día nuevos conocimientos van surgiendo, que van permitiendo conocer mejor las particularidades de la epidemiología para aproximarse al objetivo señalado (Quiroz Romero, 2011).

En este sentido, Rossanigo (1999) indica que la supervivencia de las L3 en la pastura, el tiempo de desarrollo de huevos a estadios infestantes, el grado de contaminación y accesibilidad de L3 desde las pasturas a los animales pueden ser consideradas como las variables que establecen el riesgo parasitario y/o el nivel de infestación de una pastura. Estas variables surgen del estudio de la relación entre las condiciones del medio ambiente y de la población en refugio.

Como se mencionó previamente el concepto de refugio comprende una población de parásitos en todas las etapas de vida libre en el medio ambiente antes de un tratamiento antihelmíntico, más aquellas etapas parasitarias en animales no

expuestos a antihelmínticos (Van Wyk, 2001; Besier, 2012) Este concepto es hoy una clave innegable y comprende un componente fundamental de cualquier programa sostenible de control de parásitos (Muchiut *et al.*, 2018). Los objetivos relevantes en el control sustentable de los NGI que derivados del estudio de la población en refugio son según Rossanigo y Gruner (1994):

- Determinar las áreas y estaciones del año más favorables para el desarrollo de los diferentes géneros de NGI.
- Determinar los factores de riesgo parasitario entre diferentes establecimientos.
- Desarrollo de modelos matemáticos de la PAP en las pasturas y / o en el huésped con la finalidad de poder pronosticar cuales serían los períodos con mayor riesgo de producirse infestaciones por NGI en los animales.
- Determinar el momento más efectivo para realizar las desparasitaciones.

En cuanto a estudios relacionados en la región del NOA, esta carece de información básica relacionada con la dinámica de los estadios de vida libre de los nematodos de mayor importancia para rumiantes (Aguirre y Cafrune, 2013).

Por lo expuesto, se desprende la relevancia que posee este tipo de estudios en el control de los NGI en los establecimientos ganaderos de base pastoril. A campo, dichos conceptos son llevados a la práctica por medio de la aplicación del denominado “Programa de Control Integrado” (PCI).

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

- Determinar la contribución estacional hecha por los huevos de nematodos gastrointestinales depositados en la materia fecal por bovinos naturalmente infestados en la disponibilidad de larvas infestantes (L3) de sus diferentes géneros y estimar el desarrollo, migración y supervivencia de estas en las deposiciones fecales y en el pasto en el Valle de Lerma, ubicado en la provincia de Salta.

Hipótesis general: El tiempo de desarrollo de los huevos a estadios de larvas y de migración de estas últimas a las pasturas será más rápido en épocas de precipitaciones con temperaturas cálidas (verano-otoño), mientras que la supervivencia de estas será mayor cuando los huevos sean depositados al final de la época de bajas precipitaciones (invierno-primavera).

1.6.2 Objetivos específicos

- Objetivo específico nº 1: Medir el tiempo de desarrollo de huevo al tercer estadio larvario (L3) en las heces y la participación relativa de las L3 de los géneros de nematodos encontrados en las diferentes estaciones del año.

Hipótesis: El tiempo de desarrollo de huevo a larva será menor en épocas de lluvias y mayor temperatura, en comparación a la materia fecal depositada en las épocas secas y de temperaturas más frías con un gran predominio de *Haemonchus* spp en épocas cálidas de *Cooperia* spp en épocas más frías.

- Objetivo específico nº 2: Establecer el tiempo de permanencia de L3 de los diferentes géneros de NGI en las excretas en diferentes épocas del año.

Hipótesis: Las L3 de materia fecal depositadas en épocas de sequía, tendrán un tiempo de permanencia mayor en comparación a las L3 provenientes de materia fecal depositadas en épocas de precipitaciones.

- Objetivo específico nº 3: Determinar el tiempo de aparición o migración de las L3 de los géneros de NGI en el pasto en las diferentes estaciones del año.

Hipótesis: El tiempo de aparición de L3 en las pasturas será menor en las épocas de lluvias en comparación con las épocas de sequía.

- Objetivo específico nº 4: Determinar el nivel y la variación estacional de la infestación con las L3 de los géneros de NGI en las pasturas en diferentes épocas del año.

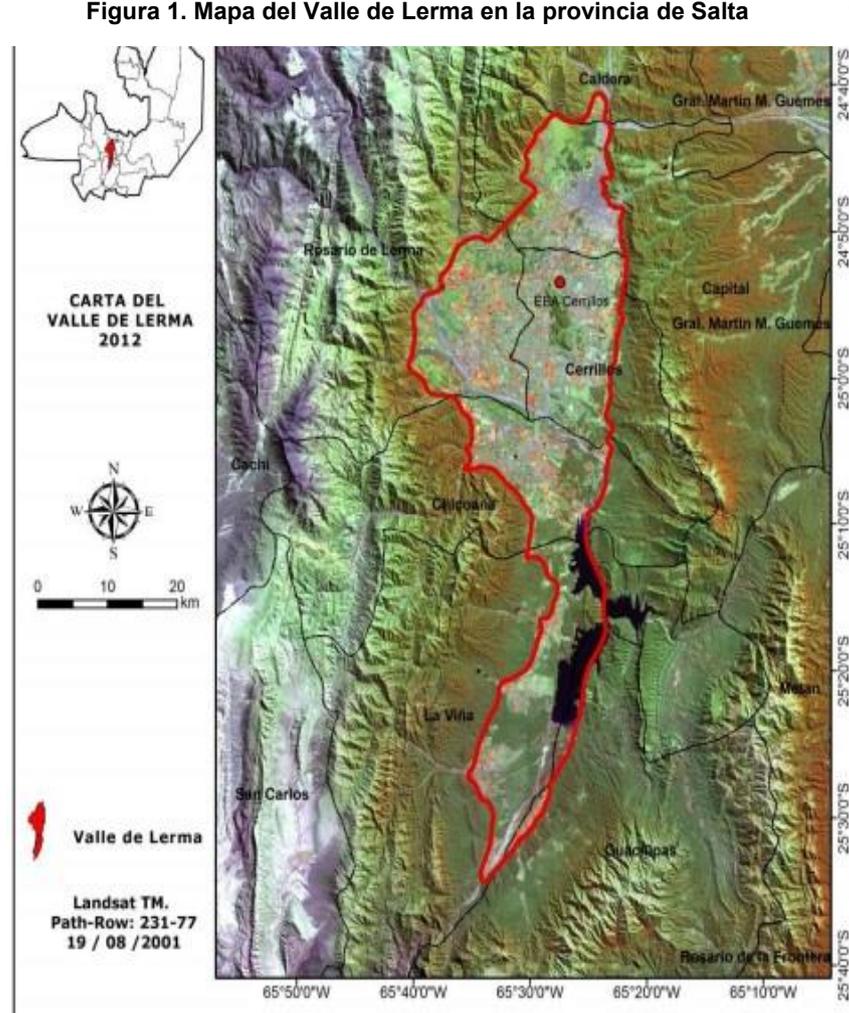
Hipótesis: Los niveles de infestación de las pasturas tendrán una mayor concentración a mediados y finales de la época de lluvias en comparación de la época de inicio de las lluvias y en la época seca.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El VDL (Fig.1) se ubica entre los 1.100 y 1.450 msnm con un promedio de 1.200 msnm. Se desarrolla longitudinalmente entre el paralelo 24° 30' y 25° 37' (S) y los meridianos 65° 22' y 65° 40' (W). Geomorfológicamente se trata de una llanura aluvial, originada por el aporte continuo de sedimentos de los ríos que descienden del relieve

Figura 1. Mapa del Valle de Lerma en la provincia de Salta



montañoso del Oeste (Vargas Gil, 1999). A continuación en la Fig. 1 se observa la localización del VDL en la provincia de Salta¹.

2.2 Localización e instalaciones del ensayo de supervivencia y desarrollo de los estadios larvarios

2.2.1 Sitio experimental

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Salta del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (EEA INTA Salta), ubicada en Cerrillos provincia de Salta (24°53'32. 65°28'26.4" W). El lugar donde fue llevado a cabo el ensayo se ubicó en un terreno de buen drenaje, sin pendientes pronunciadas, cuya vegetación se componía de *Paspalum notatum* (pasto horqueta) y *Cynodon dactylon* (gramilla rastrera), en el cual no se habían registrado pastoreo de animales en más de 3 años y no poseía problemas de drenaje. Además, dicho lugar fue delimitado por un perímetro cercado de 7 hileras de alambre liso, acompañado por la excavación de una canaleta de aproximadamente unos 60 cm de profundidad. Esto último, fue realizado con el fin de evitar inundaciones en las instalaciones del ensayo en las épocas de lluvias.

2.2.2 Medición de variables meteorológicas

El terreno seleccionado para llevar a cabo el ensayo se encontraba a unos 30 m de distancia de la EEA, esto fue relevante para su elección, ya que las variables meteorológicas tomadas en dicha estación tendrían una gran similitud con las presentadas en el sitio elegido para llevar a cabo el experimento. La estación meteorológica brindó información de los registros de precipitaciones, humedad ambiental, y rangos de temperaturas máxima y mínima diarias. Esta información fue relevante para la descripción de la dinámica de las L3 en relación a las condiciones climáticas registradas al momento del experimento.

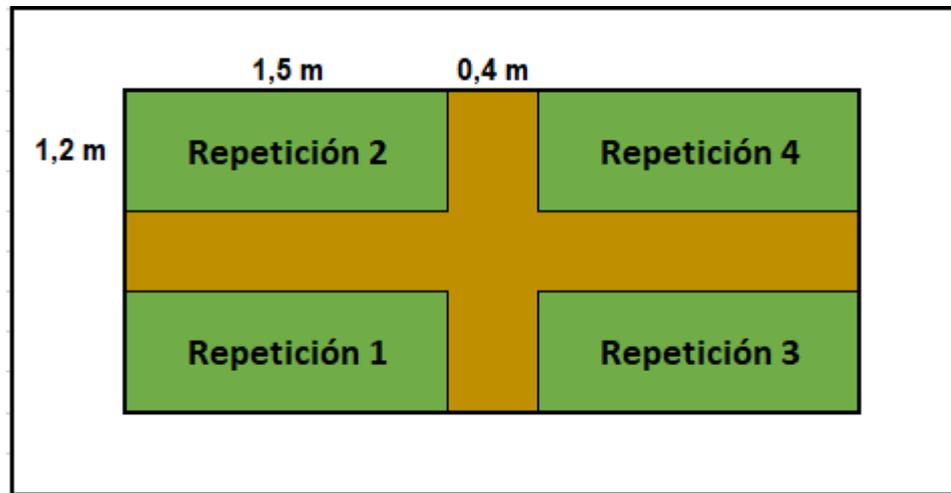
2.2.3 Instalaciones

Se delimitaron 5 parcelas de 9 m² (3 m x 3 m), divididas internamente en 4 repeticiones de 1,8 m² (1,2 x 1,5 m). Las separaciones internas entre parcelas se realizaron por medio de canaletas cavadas en el suelo de unos 20 cm de profundidad y

¹ Extraído de CASTRILLO, S.; OSINAGA, R.; ELENA, H.; PAOLI, H. 2014. Adecuación a un SIG de las cartas de suelos del Valle de Lerma – Salta. Consultado en: <http://www.geointa.inta.gob.ar/2014/05/26/adequacion-a-un-sig-de-las-cartas-de-suelos-del-valle-de-lerma-salta/>

40 cm de ancho terraplenadas para evitar la contaminación cruzada de larvas entre parcelas por efecto del escurrido de agua en los momentos de lluvias (Fig.2).

Figura 2. Diseño de la unidad experimental (parcela)



2.3 Origen de la MF contaminante y contaminación de las parcelas

2.3.1 Animales donadores

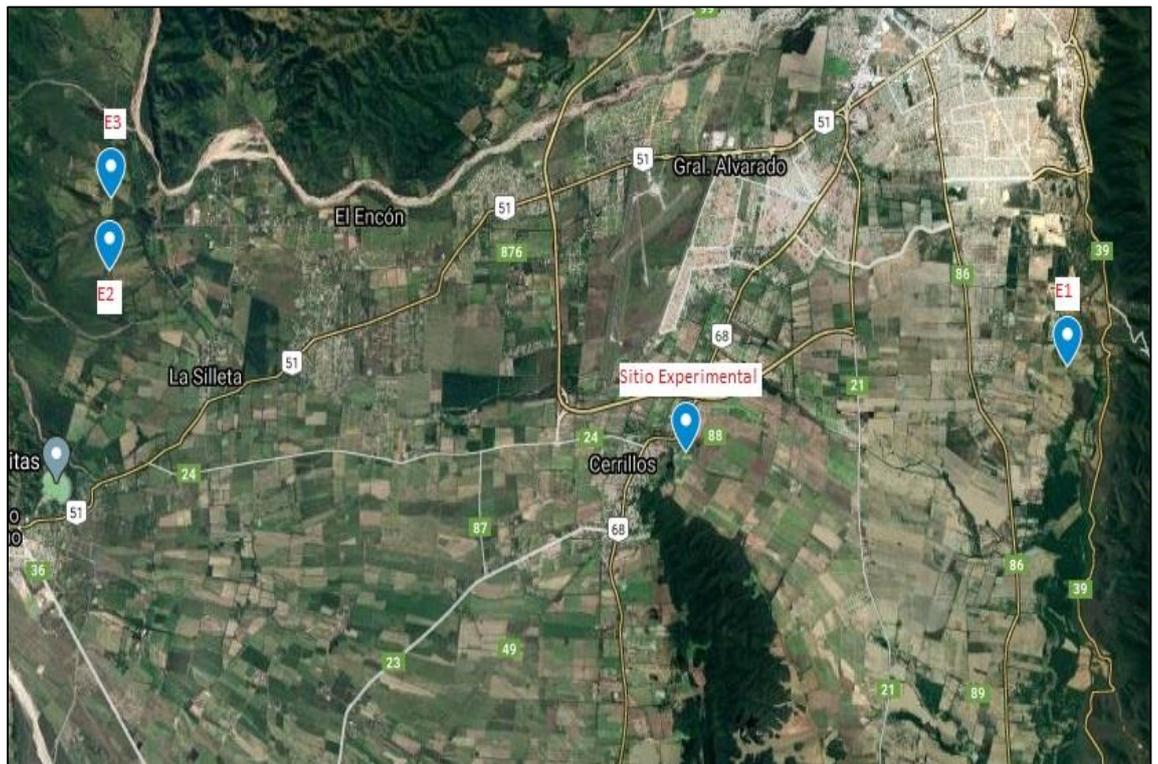
Los animales donadores fueron terneros de recría provenientes de un tambo bovino en la Localidad de "La Isla" (24°52'36.5"S 65°22'42.7"W) (E1). Dicha recría, estaba conformada al principio del ensayo (junio de 2019) por 60 animales de una edad promedio de 8 meses (\pm 6 meses) de raza Holando Argentino (machos y hembras). Su elección como donante estuvo basada en un seguimiento previo que fue realizado desde noviembre de 2018. En este seguimiento se pudo observar de forma prematura y en base a las curvas observadas una presunción de resistencia que permitió determinar y coordinar los tratamientos antihelmínticos de tal manera que a la hora de recolectar las muestras para la contaminación de las parcelas, estas no vean afectadas su prevalencia con géneros resistentes.

Además del monitoreo de los animales que se utilizaron como donantes, se realizó el monitoreo de dos recrías en otros establecimientos con el fin de evaluar la dinámica de contaminación de las pasturas. Ambos establecimientos (E2 y E3) se hallan establecidos en la localidad de "La Silleta". El primero de estos (E2) (S-24° 86' 04.92", 65° 61' 45.17" W), dedicado a la cría de bovinos de raza Limangus y en el segundo (E3) (-24° 84' 67.41"; W, -65° 61' 42.43") se realizaba la recría de animales de raza Holando Argentino de un establecimiento lechero de la región.

El lote analizado en el E2 consistía de 250 terneros de unos 7 meses de edad \pm 1 (machos y hembras) al comienzo del muestreo (mayo 2019). Dichos animales se encontraban pastoreando sobre campo natural. En la primavera, se complementó el pastoreo en campo natural con una suplementación con silo de maíz. Mientras que en las épocas de verano-otoño se encontraban sobre una pastura de sorgo (*Sorghum spp*).

El lote analizado en el E3 consistía de 57 terneras de un promedio de 8 meses de edad \pm 2 meses. Al comienzo del monitoreo (Julio-2019) se encontraban pastoreando una pastura de avena (*Avena sativa*), la cual era consumida durante el periodo de otoño e invierno. En las épocas de primavera-verano, dichos animales eran llevados a una pastura compuesta por trébol rojo (*Trifolium pratense*), vicia (*Vicia villosa*) y alfalfa (*Medicago sativa*)

Figura 3. Distribución de los tres establecimientos (E1, E2, E3) y el sitio experimental en el VDL



2.3.2 Contaminación de las parcelas

2.3.2.1 Recolección de MF para la contaminación de parcelas

En el caso de la recolección de MF para contaminación de las parcelas, previamente se solicitó al encargado del E1 el encierro de los animales en las primeras horas de la mañana en un corral de espera (7 AM aprox.) y a media mañana (10AM

aprox.). La recolección de la MF fresca se realizó directamente del suelo, de la parte superior de la deposición fecal, con el fin de evitar recolectar la parte que se hallaba en contacto con el suelo. Una vez recolectadas las muestras y tomando en cuenta que la MF recolectada puede tener variaciones entre los baldes, estos fueron volcados en un tambor cortado a la mitad (Fig.4) y mezclados con el fin de homogeneizar la MF y que al ser depositada en las parcelas tengan un promedio de HPG lo más homogéneo posible.

Figura 4. Contenedor con homogeneizado de materia fecal para contaminación de las parcelas



2.3.2.2 Contaminación de las parcelas

Se realizaron 5 contaminaciones escalonadas con 4 repeticiones cada una en los meses de invierno (julio), primavera (octubre), verano (diciembre y febrero) y otoño (abril). Cada repetición constaba de 7 deposiciones de unos de 800 g de peso cada una, totalizando unas 28 deposiciones por parcela. Estas fueron moldeadas por medio de recipientes plásticos circulares de aproximadamente 8 cm de alto y 20 cm de diámetro simulando la deposición fecal naturalmente expulsada por los animales y depositadas en la parcela de forma aleatoria alejadas entre sí por unos 60 cm de distancia (Fig.5).

Figura 5. Esquema de contaminación de la unidad experimental (parcela).



2.4 Metodología de muestreo

2.4.1 Muestreo de MF de los animales donadores y de monitoreo complementario

En los tres lotes (E1, E2 y E3) se recolectaron muestras de MF frescas directamente del suelo con una frecuencia mensual ($n: 20 \pm 5$), que fueron procesadas mediante técnicas copro-parasitológicas, evaluando HPG y géneros parasitarios mediante copro-cultivo. En el caso del E1, en los meses de contaminación de parcelas, se constató previamente la carga parasitaria de los animales, considerando como valor óptimo para contaminación un conteo promedio de HPG > 100 . En los casos que los promedios de HPG no alcanzaron dicho valor, se realizó un nuevo muestreo una semana después.

2.4.2 Muestreo de MF depositada en las parcelas

El día de depósito de la MF recolectada en E1, una de las deposiciones fecales fue seleccionada para utilizarse de forma exclusiva para determinar el tiempo de aparición (TA) de L3 en la MF y la tasa de desarrollo final (TDF). Para la TDF, fue necesario determinar previamente la cantidad de HPG en materia seca de materia fecal (HPG MS MF). Para esto, se tomaron 5 muestras de la deposición fecal seleccionada para tal fin por cada repetición para determinación de HPG y posteriormente se

determinó mediante secado en estufa el peso en materia seca de la materia fecal y la humedad ponderal de la materia fecal (%Evaporación). Posteriormente con la MF restante se realizó un “*pool*” para realización de coprocultivo e identificación morfológica de L3. El 1er muestreo (5 g MF) se realizó a partir del 8° día poscontaminación para determinar el desarrollo de huevo a larva infectante (L3), el cual continuó al día 10 y en caso de no observarse presencia de L3 se prosiguió cada 3 días hasta el hallazgo de estas. Posteriormente el muestreo se realizó de forma mensual hasta obtener dos resultados negativos consecutivos.

2.4.3 Muestreo de pasto de las parcelas experimentales

El muestreo de pasto fue realizado a la mañana previa salida del sol. Estas fueron extraídas a unos 25 cm y 60 cm de distancia de la deposición fecal. El muestreo comenzó tres días posteriores a la observación de L3 desarrolladas en la MF. En caso de no observarse la presencia de L3 en el pasto en el primer muestreo, se continuó con el muestreo en intervalos de 3 días hasta observar carga de L3. Posteriormente el muestreo se desarrolló de forma mensual hasta obtener dos resultados negativos (sin presencia de L3) consecutivos, punto en el cual se determina la muerte total o desaparición de las L3 en la pastura. A su vez, también se realizaron muestreos de pasto el día posterior a la presencia de precipitaciones considerables (>20mm).

2.5. Técnicas parasitológicas

2.5.1 Técnica de Mc Master modificada

Los HPG fueron realizados por medio del método de Mc Master modificado (Robert y O ‘Sullivan, 1949). Este método tiene como fundamento el fenómeno de flotación por medio de una solución sobresaturada de Cl Na (SS) con una densidad de 1,200. En el caso de los huevos de NGI, estos poseen una cámara de aire que les permite flotar con mayor facilidad en este tipo de soluciones.

Para la realización de la técnica se pesaron 3 g de MF con balanza de precisión y fueron colocadas en un mortero con 57 cm³ de SS. Posteriormente por medio de movimientos de presión y mezclado con pisón se diluye la muestra de MF en la SS. Una vez mezclada se la pasa por un colador común con el fin de retener materia orgánica presente en la materia fecal que pueda dificultar la observación de los huevos de NGI al examen microscópico (Fiel *et al.*, 2011).

Una vez filtrada la muestra de MF diluida en la SS, se prosigue a cargar con dicha solución la cámara de Mc Master para bovinos modificada por [Roberts y O' Sullivan \(1949\)](#). Dicha cámara consta de 4 celdillas de 0,5 ml cada una y una capacidad total de 2 ml (Fig.5). En cada cámara, el resultado obtenido en el conteo, fue multiplicado mediante el factor de corrección 20 para poder expresar el resultado en huevos de NGI por gramo de MF (HPG) ([Fiel et al., 2011](#)).

2.5.2 Técnica del coprocultivo

Esta técnica tiene como principio permitir mediante el acondicionamiento de muestras de MF en condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxigenación, la maduración y eclosión de los huevos de NGI y posterior desarrollo de L1 evolucionando hasta L3. Posteriormente, basándose en la afinidad de las L3 hacia el agua, estas son recuperadas del cultivo para su posterior observación en microscopio óptico ([Niec, 1968](#)).

Son variados los métodos descritos y utilizados en Argentina. En el presente trabajo de investigación se decidió utilizar la técnica descrita por [Corticelli y Lai \(1964\)](#), que es una modificación del método descrito por [Roberts y O' Sullivan \(1949\)](#). La elección de dicha técnica está basada en que tiene como ventaja un porcentaje más alto de recuperación de L3 y la solución en la que se encuentran suspendidas las L3 es más límpida y libre de material que pueda dificultar la observación de las L3 ([Niec, 1968](#)).

La metodología de la técnica de [Corticelli y Lai \(1964\)](#) consta del uso de una placa de Petri y de un recipiente plástico de boca ancha. Esta última, es donde se incuba la MF en estufa a 23 °C durante 10 días. Previo a la incubación, se debe preparar un "pool" con las MF positivas a la presencia de huevos de NGI, las cuales una vez homogeneizadas son mezcladas con elementos que generen separación de las partículas de la muestras para dar oxigenación a la muestra. Dichos elementos pueden ser vermiculita, telgopor picado o MF bovina estéril (esta última se prepara por molido de MF previamente secada por 7 días en estufa a 65°C de MF bovina). La homogenización del "pool" de MF con el elemento de aireación debe dejar cierto grado de humedad para que las L3 puedan desarrollarse. Igualmente pueden agregarse cada dos días algunas gotas de agua sin cloro para aportar humectación al cultivo. Por último, la mezcla fue incorporada a un recipiente plástico y colocado en estufa con una tapa que permita el paso de aire.

Una vez transcurridos los 10 días el recipiente es llenado con agua tibia formando un menisco en su superficie y posteriormente se le coloca una placa de Petri

por encima. Esta última en su contacto con el agua no debe mostrar la formación de burbujas, ya que es necesario un correcto contacto entre el menisco de agua y el fondo de la placa. Esta última se da vuelta y se agrega agua alrededor del vaso hasta completar 1 cm de profundidad. Por último, se deja reposar a la luz por 12 horas y luego se levantan con pipeta las L3 observadas mediante lupa e iluminación con transiluminador. Se coloca la suspensión de L3 en tubos de ensayo y se deja reposar por unas 2 horas en heladera.

Finalmente se levanta por medio de pipeta Pasteur el contenido del fondo del tubo, se colocan sobre portaobjetos y se les agrega Lugol para matar las L3 y dejarlas inmóviles. Se les coloca un cubreobjetos y se observan en microscopio óptica (Fiel *et al.*, 2011). El estudio morfológico de las L3 fue realizado en base a las características descriptas por Niec (1968).

Dentro del presente trabajo de investigación, las muestras que fueron procesadas mediante la técnica descripta fueron las obtenidas de forma individual correspondientes las recrias de los E1, E2 y E3. Esto tiene como propósito determinar la prevalencia de géneros en los distintos meses del año. Además, se utilizó como cultivo control de la MF utilizada para la contaminación de las parcelas experimentales.

2.5.3 Técnica de Baermann modificada

Las muestras de MF obtenidas de las parcelas experimentales fueron procesadas mediante la técnica de Baermann (1917) modificada por Suarez (1997). Dicha técnica, tiene como principio promover la migración de las L3 (en el caso de los NGI) y las L1 en el caso de *Dictyocaulus* spp. y protostrongylideos desde la muestra de MF hacia un medio acuoso. Este último estaría representado en dicha técnica por el agua contenida en el embudo, la manguera y el tubo colocado al final, en donde las larvas se recolectan para su estudio. En el presente trabajo de investigación dicha técnica fue aplicada sobre las muestras de MF recolectadas de las parcelas experimentales con el fin de recuperar las L3 y en muestras de MF fresca de los establecimientos monitoreados (E1, E2 y E3) con el fin de determinar la presencia o no de L1 de *Dictyocaulus* spp y/o de cualquier otro protostrongylideos que puedan aparecer.

Las muestras de MF de las parcelas experimentales, fueron pesadas previamente a la colocación de estas en los dispositivos de Baermann (Fig.6).

Figura 6. Dispositivos de Baermann utilizados para la recuperación de L3 en la muestra de materia fecal de las parcelas.



Posteriormente, y una vez transcurridas las 48 hs, las muestras fueron llevadas a estufa a 65°C el tiempo necesario para llegar a tres pesadas consecutivas con igual peso. Posteriormente, con los valores de peso en fresco y peso en seco se determinará el % de evaporación de la MF mediante la fórmula propuesta por [Mauleon y Gruner \(1984\)](#):

$$\% \text{Evaporacion: } \frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} * 100$$

Esta fórmula indica la Humedad ponderal o contenido de agua de la MF y será objeto de estudio a la hora de relacionar las variables implicadas en la viabilidad y desarrollo de las L3 en las MF.

El peso en seco final de la muestra de MF será utilizado para determinar el valor de L3 por Kg de MS MF utilizando una adaptación de la formula descrita por [Fiel et al. \(2011\)](#) para determinación de L3 en pasto de la siguiente manera:

$$L3 \text{ Kg MS: } \frac{\text{Cantidad L3 contadas}}{\text{Peso MF MS en g}} * 1000$$

Para la determinación específica de géneros parasitarios, en primer lugar se realizó una caracterización morfológica de las L3 utilizando las bases descriptas por [Niec \(1968\)](#). Una vez contabilizadas las L3 y establecido su género se utilizó la misma fórmula pero en este caso X correspondió al género observado (*Haemonchus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, etc.):

$$L3 \text{ Género X Kg MS: } \frac{\text{Cantidad L3 Género X contadas}}{\text{Peso MF MS en g}} * 1000$$

2.5.4 Técnica de Lavado de pasto para recuperación de estadios larvarios de la pastura

Para determinar la infestación por L3 en el pasto las muestras fueron procesadas utilizando la técnica de [Gruner y Raynaud \(1980\)](#). La técnica consiste en un lavado de las muestras de pasto obtenidas en el muestreo, con el fin de desprender las L3 del pasto y su posterior recolección por medio de Macro-Baermann en tubos de 50 ml (Fig.7).

Figura 7. Dispositivos de Macro-Baermann utilizados para la recuperación de L3 de muestras de pasto provenientes de las parcelas experimentales



Para realizar el lavado del pasto, la muestra obtenida fue sumergida en un balde de 20 lts. de capacidad con unas gotas de detergente neutro. A su vez, también se realizó el enjuague de la bolsa que la contenía. Una vez en el balde, se la dejó reposar 4 horas. Con una frecuencia de 30 minutos, se revolvió de forma enérgica la muestra y el agua para aumentar las posibilidades de desprendimiento de las L3 del pasto.

Una vez transcurrido el tiempo de reposo (48 hs), el contenido del balde fue vaciado en un dispositivo de Macro-Baermann. Este último constaba de un embudo de 50 cm de diámetro, el cual en su parte superior e inferior dos filtros para evitar el pasaje de la menor cantidad de materia orgánica y tierra posible procedente de la muestra. En su extremo caudal, el embudo está conectado por medio de una manguera a un tubo de 50 ml. Por último, la muestra de pasto fue colocada sobre el filtro externo, asegurándose que este quede sumergido en el agua. Luego de 48 horas de reposo, se extrajo con cuidado el tubo y se colocó en heladera para decantación de las L3 recolectadas en el fondo de este.

Para la observación de las L3, se extrajeron los primeros 35 ml del tubo mediante sifonaje. Posteriormente por medio de una pipeta se sacaron los 15 ml restantes y fueron colocados en una placa de Petri demarcada para conteo, se le adicionaron unas gotas de Lugol y se realizó la lectura de la muestra por medio de un microscopio invertido.

Para poder determinar la unidad de L3/kg MS de pasto, la muestra de pasto correspondiente a cada repetición de su respectiva parcela, fue colocada en estufa para secado hasta determinación de peso constante en tres pesadas sucesivas. Este último paso se realizó para la determinación de peso seco del pasto, y con este valor poder expresar en L3 / kg MS pasto la cantidad de larvas observadas. La fórmula utilizada para dicha determinación es la propuesta por [Fiel et al. \(2011\)](#):

$$L3 \text{ KG MS Pasto: } \frac{L3 \text{ contadas}}{\text{Peso en g de pasto seco}} * 1000$$

Para la determinación específica de géneros parasitarios, en primer lugar, el estudio morfológico de las L3 fue realizado en base a las características morfológicas descritas por [Niec \(1968\)](#), y posteriormente el cálculo de L3 por género en pasto se usó la misma fórmula propuesta por [Fiel et al. \(2011\)](#) aplicándola de la siguiente manera en donde X correspondería al género observado (*Haemonchus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, etc.):

$$L3 \text{ Género X Kg MS Pasto: } \frac{L3 \text{ contadas Género X}}{\text{Peso en g de pasto seco}} * 1000$$

2.6 Variables en estudio en materia fecal y pasto

El valor estimado tanto como L3 total y de género por gr de MS de MF y en pasto, sirvió como base para poder estimar las distintas tasas relacionadas al comportamiento de los estadios de vida libre. A continuación, se desarrollarán los conceptos teóricos y fórmulas de cálculo de cada una de dichas variables.

2.6.1 Tiempo de desarrollo de Huevo a L3: Tiempo de aparición (TA)

El valor estimado en dicha tasa es el tiempo de aparición (días) de L3 en completo estado de desarrollo. Por lo tanto, dicho resultado estuvo supeditado al momento en el que se visualicen las L3 en las muestras de MF procesadas mediante la técnica de Baermann modificado descrita previamente sea cual sea el resultado obtenido. A su vez, en complemento con lo observado en el TA, el tiempo que le lleva a las L3 llegar al pico de concentración se lo denominara como Tiempo de desarrollo total (TDT). Esta última consideración se debe a que el TA determina el tiempo mínimo de

desarrollo necesario de las L3 en la MF. Sin embargo, el desarrollo de las L3 continua y por lo tanto por medio del TDT se considera el lapso de tiempo que les lleva a las L3 llegar a su máxima expresión de desarrollo.

2.6.2 Tasa de desarrollo de las L3 en la materia fecal (TDI y TDF)

Una vez determinado el TA y calculada la cantidad de L3/Kg MS de MF se procedió a determinar en base al HPG inicial el porcentaje de desarrollo a L3 (TDI). Para esta determinación en primer lugar se procedió a calcular la cantidad de HPG en base seca presente en la MF destinada para dicha evaluación. Esta variable fue determinada solo en los primeros momentos de aparición de las L3 en la MF, hasta la determinación del pico máximo de contabilización de L3 por g MF MS el cual se consideraría como la finalización de la etapa de desarrollo de las L3 denominada en este trabajo como Tasa de desarrollo final (TDF).

El cálculo de la TDF se refiere en principio al HPG por gr MS MF de la siguiente manera:

$$HPG \text{ MS MF} = \frac{HPG \text{ promedio en fresco}}{\%MS \text{ MF depositada}}$$

Dicha fórmula fue aplicada en cada repetición de sus respectivas parcelas. Por lo tanto, la TDF se calculó en base a la cantidad de huevos depositados en cada repetición y por lo tanto, le da más especificidad a la TDF promedio observada. Una vez determinada la cantidad de HPG en MS MF, se realizó el cálculo de la TDF en base a la siguiente formula:

$$TDF = \frac{L3 \text{ g MS MF}}{HPG \text{ MS MF}} * 100$$

Las fórmulas descriptas previamente fueron aplicadas también en base a cada género parasitario con el fin de evaluar la TDF en cada uno de estos. En cuanto a esto, cabe destacar que el HPG MS aportado por cada género, fue calculado en base a la prevalencia observada en el coprocultivo control y el HPG MS MF total mediante la fórmula:

$$HPG \text{ MS MF Género X} = \frac{HPG \text{ MS MF Total}}{\%Prevalencia \text{ Género X}} * 100$$

2.6.3 Tiempo de permanencia de L3 en materia fecal (TPMF)

El TPMF es una variable que al igual que en el caso TA no es calculada en base a una fórmula, sino que se corresponde con la cantidad de días que se observan L3 en la MF hasta obtener dos resultados negativos consecutivos. Dicha variable tendrá una unidad de valor en días post-desarrollo (dpd). En el caso de los estudios de géneros se tomaron en cuenta las mismas consideraciones analizando los conteos específicos para cada género parasitario.

2.6.4 Tasa de supervivencia de L3 en excretas

La supervivencia de las L3 en la MF fue expresada en porcentaje de probabilidad de supervivencia, utilizando el método de Kaplan Meier para la estimación de dicha probabilidad a lo largo de los muestreos. En dicho método, se estableció el tiempo en el cual muere el 50% de las L3 en la MF.

2.6.5 Tiempo de aparición en pasto (TAP)

Los TAP estarán descritos como L3/Kg MS MF. Esta variable tiene como objetivo determinar de forma el momento que las L3 llegan a la pastura. La unidad utilizada en este caso, como se mencionó previamente está determinada en base a la fórmula propuesta por [Fiel et al. \(2011\)](#).

2.6.6 Tasa de migración de L3 en pasto (TM)

La TM hace referencia a la cantidad de L3 provenientes de la MF que llegan a la pastura. Dicho cálculo se realiza en base al valor total de L3 obtenido en las MF de la siguiente manera:

$$TM: \frac{L3 \text{ totales contabilizadas en pasto}}{L3 \text{ totales contabilizadas en MF}} * 100$$

Dicha tasa también será aplicada a nivel de género parasitario utilizando como valor de comparación el número total de L3 observado en la MF.

2.6.7 Tiempo de permanencia en pasto (TPP)

El TPP es una variable que al igual que en el caso del TA se calculó en base a una fórmula, sino que se corresponde con la cantidad de días que se observan L3 en el

pasto hasta obtener dos resultados negativos consecutivos. Dicha variable tuvo una unidad de valor en días post-migración (dpm). En el caso de los estudios de géneros se tomarán en cuenta las mismas consideraciones analizando los conteos específicos para cada género parasitario.

2.6.8 Tasa de supervivencia de L3 en pasto

La supervivencia de las L3 en el pasto fue expresado en porcentaje de probabilidad de supervivencia, utilizando el método de Kaplan-Meier para la estimación de dicha probabilidad a lo largo de los muestreos. En dicho método, se estableció el tiempo en el cual muere el 50% de las L3 en la MF.

2.6.9 Variables climáticas relacionadas a las tasas en estudio

Los valores de las determinaciones climáticas fueron obtenidos a partir de la Estación Meteorológica ubicada en la EEA INTA Cerrillos. Dicha estación se encuentra en las inmediaciones del lugar donde se ubican las parcelas experimentales. A su vez, otro variable ambiental tomada en cuenta, pero que no es medida mediante la EM es el % de desecación de las MF descrito previamente. Por lo tanto, las variables que serán motivo de análisis y comparación complementaria con las tasas previamente descriptas son:

- Precipitaciones acumuladas previas al muestreo de pasto (PA)
- Precipitaciones acumuladas 6 días previos al muestreo(PA6)
- Precipitaciones promedios entre periodos de muestreo (PP)
- Temperatura media (T° Med), máxima (T° Max) y mínima (T° Min)
- Humedad relativa ambiental

A su vez, con el fin de poder de estudiar la mayor cantidad de variables en los análisis de correlación se agregaron, variables relacionadas a la MF:

- % Evaporación
- Índice de Lluvia/MS MF a los 6 días previo muestreo. (Ind. LL/MS6)
- Índice de Lluvia/MS MF a los 10 días previo muestreo. (Ind. LL/MS10)

2.7 Análisis estadístico

Las diferencias entre variables tales como la tasa de desarrollo de huevo a larva y el número de larvas infestantes sobrevivientes recuperadas en heces y en el pasto

entre diferentes períodos de depósitos y entre muestreos fueron evaluadas mediante análisis de varianza no paramétrica (Kruskal Wallis) con el paquete estadístico de InfoStat. La elección de este método se basó en el estudio de normalidad mediante el test de Shapiro-Wilks de la distribución de los valores de las TDF, TDT, TA, TAP, TM, TPF, TPP y la carga de L3 Kg MS en pasto y MF. En dicho test, se observó que las distribuciones no siguen una curva normal y por lo tanto se optó por un análisis estadístico de tipo no paramétrico.

En el caso de las correlaciones y tomando en cuenta lo descrito previamente en cuanto a la distribución de las variables, éstas fueron estudiadas mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Para el estudio de correlación se utilizó como variable dependiente la tasa en estudio y como variables independientes las distintas variables ambientales (Tmin, Tmax, Tmed, humedad, PA, PP, PA6) y/o características de la MF (HPG MS, MS MF). Para el caso específico del TPP, a su vez se sumaron otras variables al estudio de correlación como lo son el índice LL/MS a los 6 y 10 días y también la correlación con otras variables que puedan estar relacionadas como la TM o la carga de L3 Kg MS MF.

El análisis de supervivencia fue realizado mediante el método de Kaplan-Meier. Dicho método determina la probabilidad de supervivencia que tiene un individuo (L3) de sobrevivir a un determinado tiempo. Para la comparación de las diferencias entre curvas de supervivencia entre periodos tanto de las L3 totales y por género y entre géneros intraparcelsa se utilizó como parámetro la mediana de supervivencia, la cual es definida como el tiempo en el cual se observa una probabilidad de supervivencia menor al 50%. Estas fueron comparadas mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis, estableciendo diferencias al observarse un valor de significancia ($p < 0,01$).

3 RESULTADOS

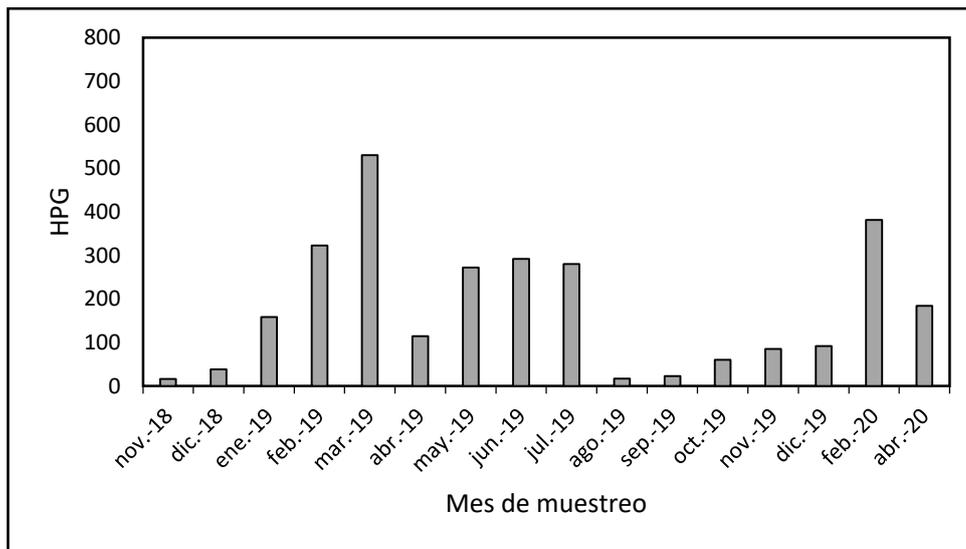
3.1 Variación estacional de los HPG en los establecimientos donadores

3.1.1 Establecimiento E1 (Establecimiento donador)

Con el fin de evaluar el establecimiento E1 como donador de NGI para la contaminación de las parcelas, los muestreos de MF fueron realizados de forma mensual desde el mes de noviembre del año 2018 hasta el mes de abril de 2020. De esta manera, se pudo obtener información de relevancia para la coordinación de los muestreos con el personal del establecimiento. La información que se detalla a continuación se describe en base a todos los meses de muestreos, desde noviembre de 2018 hasta abril de 2020. Cabe destacar que el muestreo correspondiente al mes de enero y al mes de marzo 2020 no pudo ser realizado.

La carga parasitaria observada en este establecimiento, se caracterizó por la presencia de dos picos bien marcados del conteo de HPG. El primero hacia mediados/fines de verano (marzo de 2019 y febrero de 2020), el cual se observó tanto en el muestreo del año 2019 y del 2020. En dichos muestreos el valor promedio de HPG fue de 530 ($\pm 501,7$) con valores extremos de 20 y 1780 en el caso de lo observado en el año 2019 y de 381,3 ($\pm 166,9$) con valores extremos de 80 y 640 en el caso del año 2020. Posteriormente, se observó la presencia de un segundo pico hacia principios de invierno (junio 19) con un valor de HPG promedio de 292 ($\pm 191,6$) con valores extremos de 0 y 780. En la Fig. 8 se esquematizan los resultados obtenidos en los muestreos. En todos los picos descritos, se decidió realizar la desparasitación de los animales. En el pico observado en el mes de marzo, se optó por la desparasitación con IVM 1%, observándose en el muestreo posterior del mes de abril (2019) un descenso menor al esperado en caso donde el antiparasitario no presenta problemas de resistencia (Eficacia presumida: 78,4%). En cuanto a los otros dos picos (Junio-19/Febrero-20), se realizó el tratamiento con ricobendazol (RBZ), sin embargo en ambos casos no se pudo realizar un muestreo lo suficientemente próximo (PP: 21 días + 2-3 días efecto post-aplicación) que nos permita presumir una eficacia de tratamiento.

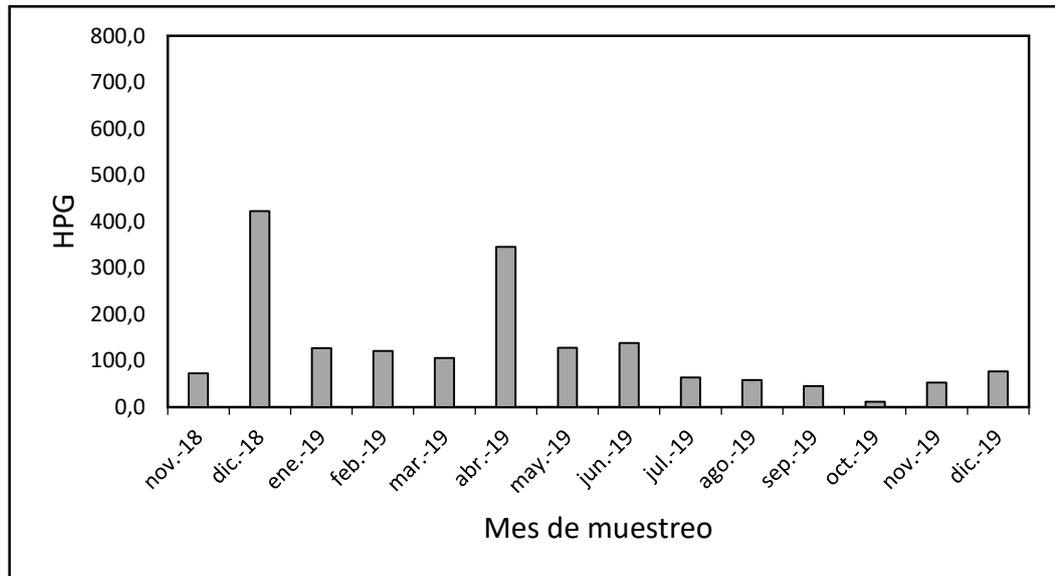
Figura 8. Distribución de los HPG promedio a lo largo del año del E1.



3.1.2 Establecimiento E2

En el establecimiento E2 los muestreos fueron realizados desde noviembre de 2018 hasta diciembre de 2019. Los resultados de HPG en dicho establecimiento mostraron dos picos bien demarcados el primero hacia principios de verano (diciembre) y el segundo hacia mediados de otoño (abril). En dichos picos se observaron valores de HPG promedio de 403 con valores extremos de 60 y 1.140 HPG en el mes de diciembre y de 345 con valores extremos de 0 a 1.380 en el mes de abril. En ambos casos se obtuvieron conteos que determinaron la necesidad de realizar un tratamiento antihelmíntico en los animales. En el primer pico se utilizó RBZ como antihelmíntico observándose un efecto menor del esperado sobre la carga de huevos (Eficacia presumida 68,4%). En consecuencia y posteriormente al muestreo de abril se indicó la desparasitación con IVM 1% observándose una dinámica similar en el descenso en los conteos de huevos (Eficacia presumida 63,7%). Por lo tanto, en ambos casos se puede presumir la presencia de resistencia antihelmíntica. Esta presunción, para ser considerada como tal, debe ser confirmada mediante análisis de eficacia antiparasitaria. A continuación, en la Fig. 9 se describe la dinámica anual en la eliminación de huevos de NGI.

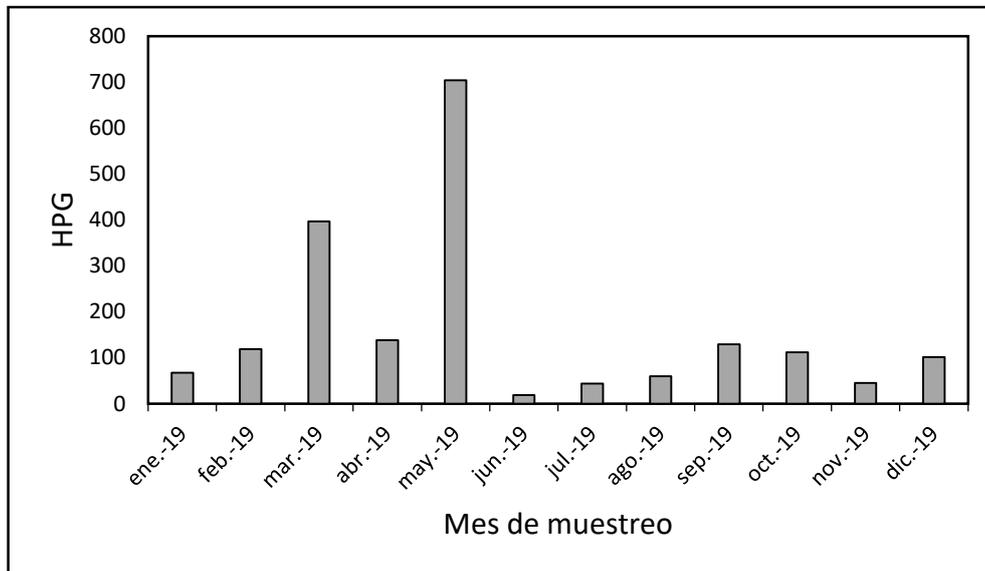
Figura 9. Distribución de los HPG promedio a lo largo del año del E2.



3.1.2 Establecimiento E3

El establecimiento E3, fue el último que se incorporó en el monitoreo y el muestreo se realizó desde enero de 2019 a diciembre de 2019. Los resultados de HPG en dicho establecimiento mostraron un pico bien marcado hacia principios de otoño. Dicho pico fue observado en el mes de mayo con un valor de HPG de 704 ($\pm 698,1$) con valores extremos de 20 y 1.840 HPG (Fig. 10). En el mes de marzo se obtuvieron conteos (397,2 HPG) que determinaron la necesidad de realizar un tratamiento antihelmíntico en los animales. En este caso fue indicado el uso de IVM no observándose un notorio efecto sobre la carga de huevos. En consecuencia y posteriormente al muestreo de mayo se indicó la desparasitación con RBZ (Eficacia presumida 97,7%). En cuanto a los conteos observados a partir del mes de mayo y luego del segundo tratamiento antihelmíntico realizado, se observó una drástica caída de los conteos en los meses posteriores, por lo tanto se puede presumir una correcta eficacia de dicho grupo químico sobre la población de NGI presentes en el establecimiento. A su vez, los niveles de HPG (promedio) en los animales se mantuvieron en niveles considerados bajos.

Figura 10. Distribución de los HPG promedio a lo largo del año del E3.



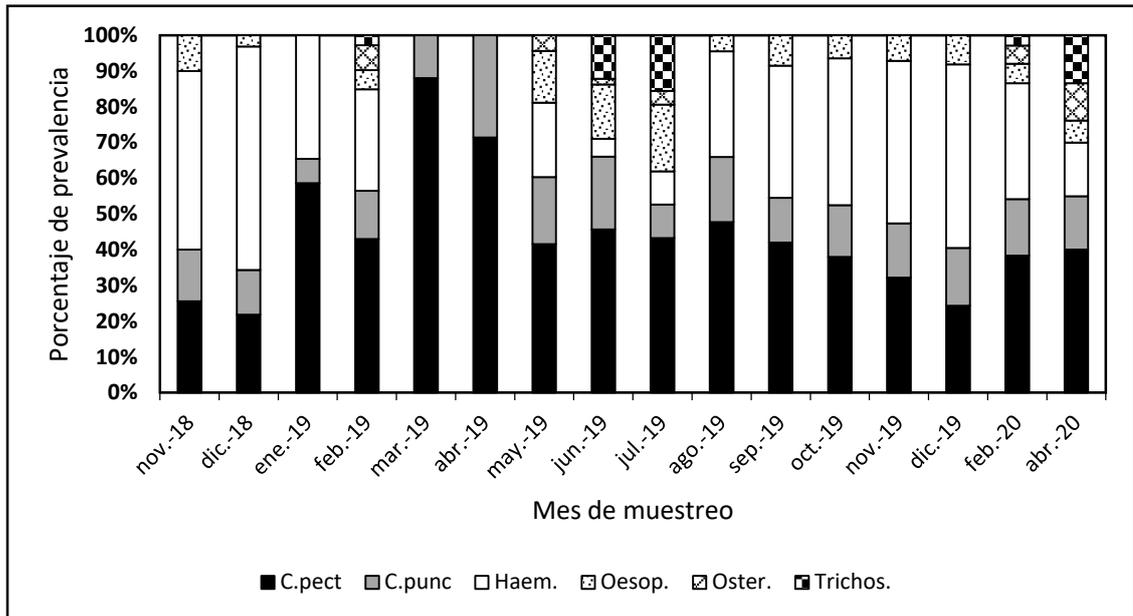
3.2 Variación estacional de la prevalencia de géneros en los establecimientos donadores

3.2.1 Establecimiento E1

En la distribución de la prevalencia de géneros parasitarios determinada mediante coprocultivo se pudo observar que los NGI más prevalentes fueron *Haemonchus placei*, *Cooperia pectinata* y *Oesophagostomum spp.* seguidos por *Cooperia punctata*, *Trichostrongylus axei* y *Ostertagia ostertagi*.

La distribución anual mostró que *Haemonchus spp* mostró su mayor prevalencia desde principios de primavera hasta mediados de verano, que *C. pectinata* y *C. punctata* desde principios del otoño hasta finales del invierno. En tanto, *Oesophagostomum spp* mostró su mayor prevalencia desde fines de otoño a principios de primavera y *T. axei* y *O. ostertagi* mostraron su mayor participación desde mediados de otoño hasta fines del invierno. En la Fig. 11, se detalla la distribución temporal los porcentajes de prevalencia por género a lo largo del año muestreado.

Figura 11. Distribución anual de las prevalencias por coprocultivos (E1).

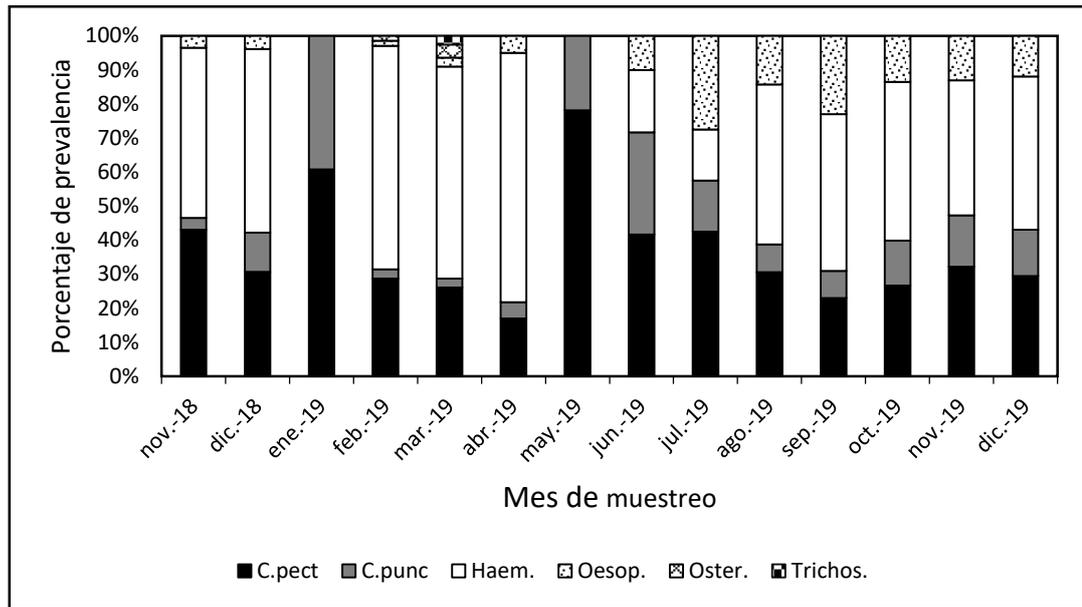


3.2.2 Establecimiento E2

La distribución de la prevalencia de géneros parasitarios determinada mediante coprocultivo se pudo observar que los NGI más prevalentes fueron *H. placei*, *C. pectinata*, *Oesophagostomum* spp. y *C. punctata*, seguidos por *T. axei* y *O. ostertagi*.

La distribución anual de las prevalencias mostró una participación importante del género *Haemonchus* spp desde principios de primavera hasta mediados de verano, mostrando una disminución en su prevalencia en los meses de fines de otoño e invierno. En el caso de la prevalencia de las subespecies de *C. pectinata* y *C. punctata* su mayor participación se observó desde principios del otoño hasta finales del invierno, observándose una presencia casi absoluta en el mes de abril, mes en el cual también se observó la menor diferencia de proporciones entre subgéneros y la mayor participación de *C. punctata* durante todo el trabajo. En lo que respecta a los demás géneros observados, *Oesophagostomum* spp mostró su mayor prevalencia desde fines de otoño a principios de primavera y *T. axei* y *O. ostertagi* mostraron su mayor participación desde mediados de otoño hasta fines del invierno. En la Fig. 12 se detallan las prevalencias de NGI observadas a lo largo del año.

Figura 12. Distribución de las prevalencias en cada mes de muestreo (E2).

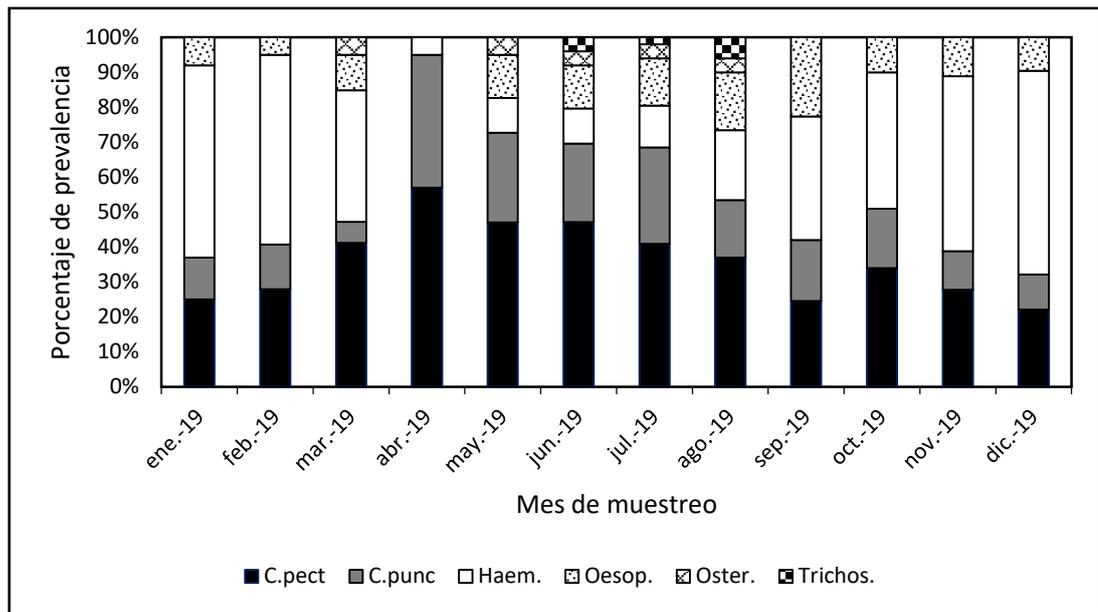


3.2.3 Establecimiento E3

En el análisis de la prevalencia de géneros parasitarios determinados mediante coprocultivo se pudo observar que los NGI más prevalentes fueron *H. placei*, *C. pectinata*, *C. punctata* y *Oesophagostomum spp.* seguidos por *T. axei* y *O. ostertagi*.

La distribución anual de las prevalencias mostró una participación importante del género *H. placei* a lo largo de todo el año. Sin embargo, su mayor participación se pudo observar desde principios de primavera hasta mediados de verano, mostrando una disminución en su prevalencia en los meses de fines de otoño y mediados de invierno. En el caso de la prevalencia de las subespecies de *C. pectinata* y *C. punctata* su mayor participación se observó desde mediados del verano hasta finales del invierno, observándose una presencia casi absoluta en el mes de enero y mayo, meses en los cuales también se observó la menor diferencia de proporciones entre subgéneros y la mayor participación de *C. punctata* durante todo el trabajo. En lo que respecta a los demás géneros observados, *Oesophagostomum spp* mostró su mayor prevalencia desde fines de otoño a mediados de primavera y *T. axei* y *O. ostertagi* mostraron su mayor participación desde mediados de verano hasta principios de otoño (Fig.13).

Figura 13. Distribución de las prevalencias en cada mes de muestreo (E3).



3.3 Resultados observados en el estudio de los depósitos experimentales

3.3.1 Tiempo de aparición (TA) Tiempo de desarrollo de Huevo a L3

El TA entre los distintos depósitos, demostró tener diferencias estadísticamente significativas entre periodos de estudio ($p < 0,001$), no observándose variación en los valores de las repeticiones intra-parcela (Tabla 1). Dichas diferencias están debidas principalmente en el TA observado en la parcela de julio con respecto al resto. En esta última se observó que el tiempo de aparición fue de 28 días en tanto que en los demás depósitos dicho periodo fue de 9 días (octubre/diciembre) y 10 días (febrero/abril). En cuanto a los distintos géneros observados, estos no mostraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a sus TA.

Tabla 1. Medias, Desvío Estándar y valor p del Tiempo de aparición en días de las L3 totales por depósito.²

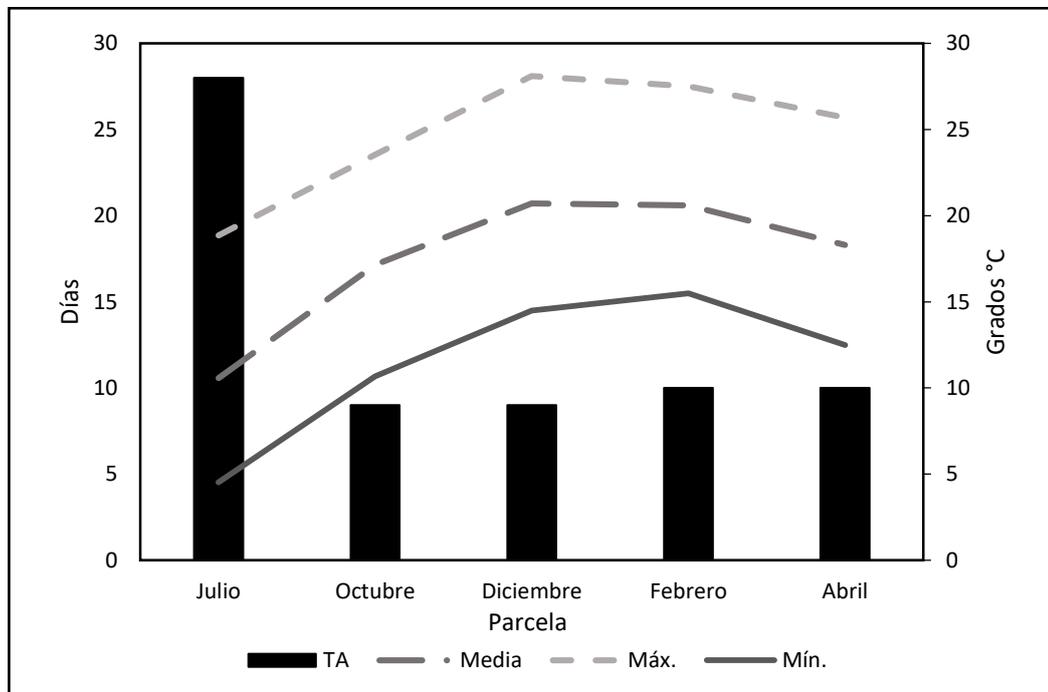
Depósito	Medias	D.E.	Valor p
Febrero	10 ^{a,b}	0	0,0008
Abril	10 ^{a,b}	0	
Julio	28 ^b	0	
Octubre	9 ^a	0	
Diciembre	9 ^a	0	

² Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

3.3.1.1 Correlación del Tiempo de aparición con variables ambientales

Dentro de las variables ambientales que podrían estar implicadas en el desarrollo larval, las que demostraron una correlación con el TA fueron la humedad ($p < 0,05$), la Tmed, Tmin y Tmax ($p < 0,001$). En el caso de la humedad, esta relación fue de tipo positiva ($r^2: 0,63$), mientras que para las variables relacionadas a la temperatura (Tmed, Tmin y Tmax) dicha correlación fue de tipo negativa ($r^2: -0,53$). En la Fig. 14 se observa la relación entre el TA y las variables de temperatura.

Figura 14. Relación entre Tmed, Tmin y Tmax con el Tiempo de aparición en días



3.3.2 Tiempo de desarrollo total (TDT)

En la comparación de la TDT de las L3 totales se observaron diferencias significativas al comparar los distintos periodos en estudio ($p < 0,001$), no observándose variación en los valores de las repeticiones intra-parcela (Tabla 2). En cuanto a los géneros en estudio, se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar los distintos periodos en todos los géneros en estudio ($p < 0,001$).

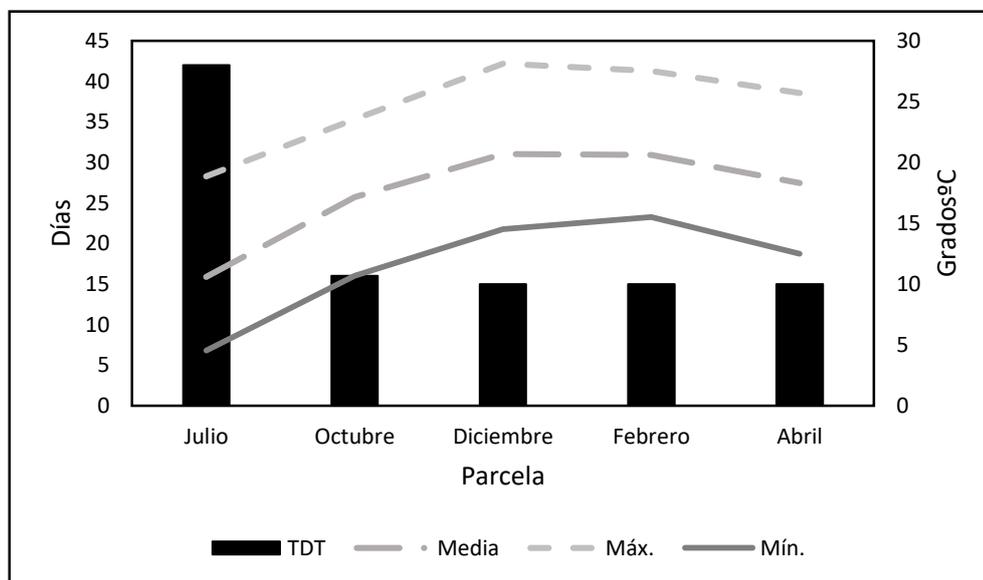
Tabla 2. Medias, Desvío Estándar y valor p del Tiempo de desarrollo total en días de las L3 totales por depósito³

Depósito	Medias	D.E.	Valor p
Febrero	15 ^a	0	0,0008
Abril	15 ^a	0	
Julio	42 ^b	0	
Octubre	16 ^{a,b}	0	
Diciembre	15 ^a	0	

3.3.2.1 Correlación de factores ambientales con el Tiempo de desarrollo total

Las variables ambientales que podrían estar implicadas en el TDT y que demostraron una correlación con el TA fueron la humedad ($p < 0,05$), la Tmed, Tmin y Tmax ($p < 0,001$). En el caso de la humedad, esta relación fue de tipo negativa ($r^2: -0,45$), y para las variables relacionadas a la temperatura (Tmed, Tmin y Tmax) dicha correlación también fue de tipo negativa ($r^2: -0,89$). En la Fig. 15 se observa la relación entre el TDT y las variables de temperatura.

Figura 15. Relación entre Tmed, Tmin y Tmax con el Tiempo de desarrollo total en días



³ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

3.3.3 Tasa de desarrollo de las L3 en la materia fecal (TDI y TDF)

La dinámica de desarrollo de las L3 siguió un patrón de “dos ondas de desarrollo” dicho patrón pudo ser observado en las 5 parcelas en estudio. Por lo tanto, a esta primera fase se la denominó TDI relacionada con el TA y a la segunda fase de desarrollo se la denominó tasa de desarrollo final (TDF). Esta última, transcurrió durante una semana más desde el TA. En base a esto último, en este trabajo se definió como “Tiempo de desarrollo total” (TDT) al tiempo que va desde que se realizó el depósito fecal en la parcela y hasta que se observó una disminución de las L3 considerando al muestreo con mayor L3 Kg Ms MF como el valor para determinar la TDF. Por esto último, la TDF es la variable a analizar en este trabajo.

3.3.3.1 Tasa de desarrollo final de las L3 totales en la MF de los distintos depósitos

En la comparación de la TDF de las L3 totales se observaron diferencias significativas al comparar los distintos periodos en estudio ($p < 0,01$) (Tabla 3).

Tabla 3. Medias Desvío Estándar y valor p de la Tasa de desarrollo final de las L3 totales por depósito.⁴

Depósito	Medias	D.E.	Valor p
Febrero	12,89 ^a	1,6	0,0036
Abril	29,25 ^{a,b}	5,05	
Julio	15,32 ^{a,b}	4,83	
Octubre	30,18 ^b	2,67	
Diciembre	19,75 ^b	1,65	

En la comparación de las TDF de cada uno de los géneros, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre periodos en todos los géneros en estudio ($p < 0,01$). A su vez, al comparar las medias de la TDF de los géneros en estudio también se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$).

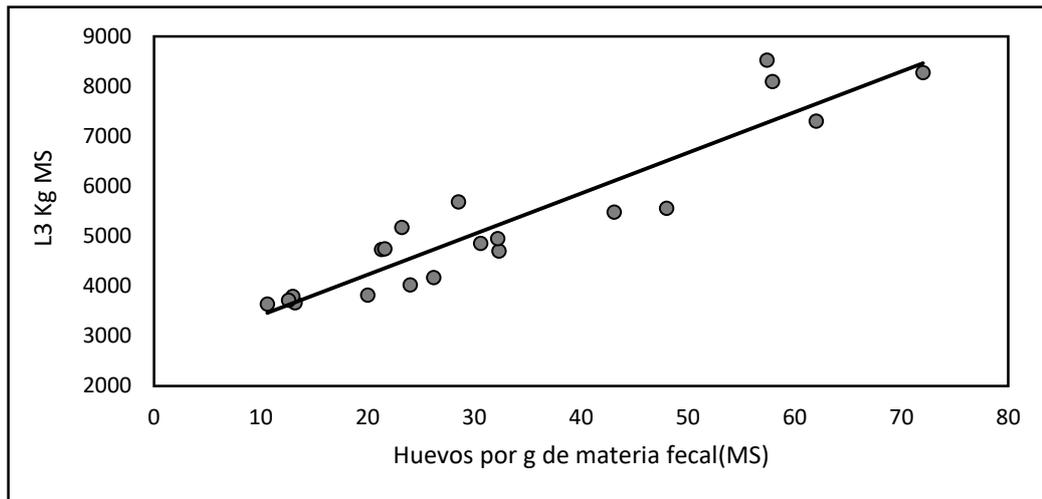
3.3.3.2 Correlaciones de acuerdo al HPG en MS de materia fecal con la Tasa de desarrollo final de las L3 totales

Dentro de las variables en estudio, el HPG MS de la MF fue una variable que mostró una correlación importante con la TDF ($p < 0,001$). Esta relación fue de tipo

⁴ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

negativo (r^2 : - 0,78). Sin embargo, al estudiar la relación que existe entre el HPG MS de la MF con el número de L3 KG MS MF, no solo se observó que hay una relación con significación estadística ($p < 0,001$), si no que a diferencia de lo que observó con la TDF, en este caso la correlación es de tipo positiva (r^2 : 0,89). Por lo tanto se puede decir que a medida que aumenta el HPG MS MF la TDF es menor, pero en el caso de la L3 Kg MS MF es mayor. A continuación en las Fig. 16 y 17 se grafica dichas relaciones.

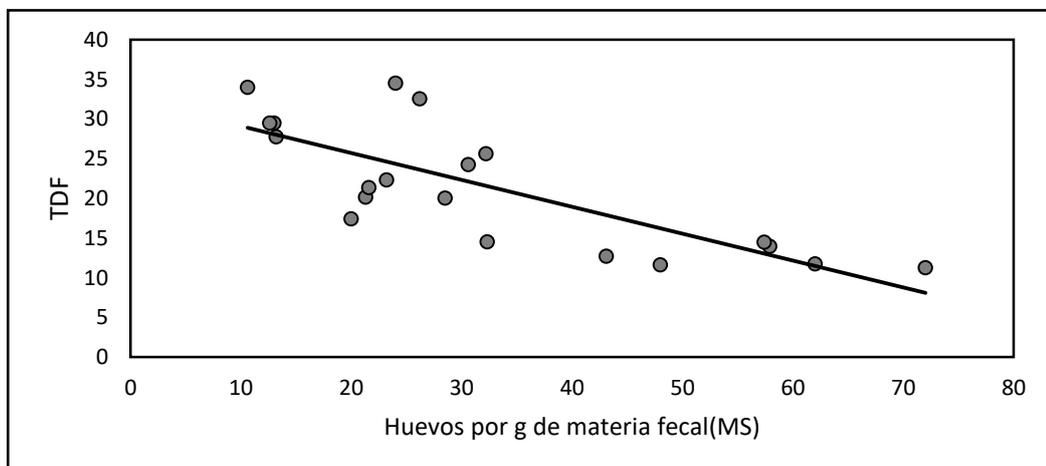
Figura 16. Correlación entre la variable Huevos por g de materia fecal (MS) y L3 Kg MS MF.



3.3.3.3 Correlaciones relacionadas a variables climáticas con la Tasa de desarrollo final de las L3 totales

En lo referido a cuestiones climáticas la TDF no mostró correlación con las variables de temperatura (T_{med} , T_{min} y T_{max}) ($p > 0,05$), Sin embargo, si mostró una correlación ($p < 0,05$) con la variable humedad. Dicha correlación fue de tipo negativo (r^2 : -0,43).

Figura 17. Correlación entre la variable HPG MS y la Tasa de desarrollo final

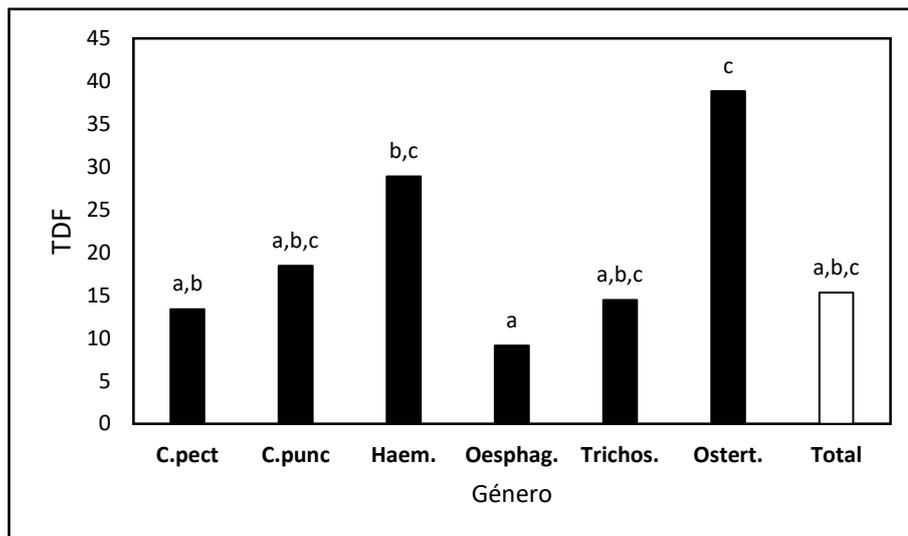


3.3.3.4 Descripción de las Tasas de desarrollo final por género y total observadas en las parcelas en estudio

Parcela de julio

Las TDF en la parcela de julio, mostraron diferencias estadísticamente significativas entre géneros ($p < 0,01$), observándose valores de TDF promedio de 13,4% *C. pectinata*, 18,5 % *C. punctata*, 28,9 % *H. placei*, 9,1% *Oesophagostomum spp*, 14,5% *T. axei.*, 38,8% *O. ostertagi*. y 15,3% del total de L3 desarrolladas. (Fig.18)

Figura 18. Tasa de desarrollo final de la parcela de julio por género y L3 total.⁵

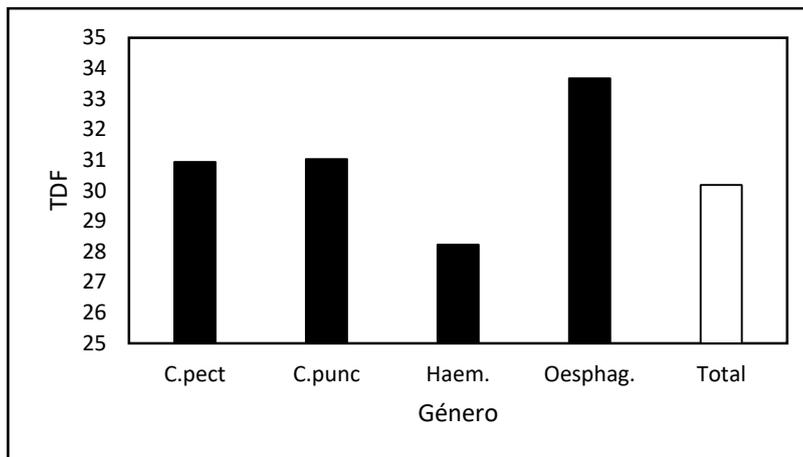


Parcela de octubre

Las TDF en la parcela de octubre, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre géneros ($p > 0,05$), observándose valores de TDF promedio de 30,9 % *C. pectinata*, 31,02 % *C. punctata*, 28,2 % *H. placei*, 33,6 % *Oesophagostomum spp.* y 30,1 % del total de L3 desarrolladas (Fig. 19). Para los géneros *T. axei.* y *O. ostertagi.* no se determinaron TDF en esta parcela, ya que, no había presencia de estos géneros detectables en la MF.

⁵ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

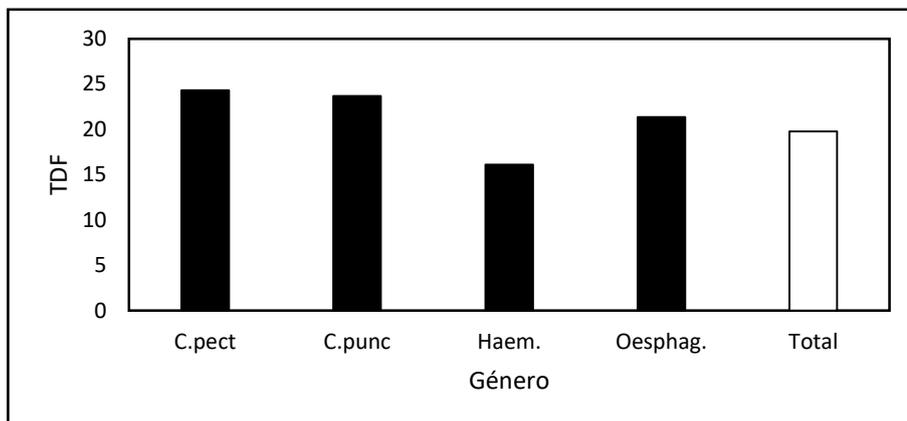
Figura 19. Tasa de desarrollo final de la parcela de octubre por género y L3 total.



Parcela de diciembre

Las TDF en la parcela de diciembre, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre géneros ($p > 0,05$), observándose valores de TDF promedio de 24,3 % *C. pectinata*, 23,6 % *C. punctata*, 16,1 % *Haemonchus spp*, 21,3% *Oesophagostomum spp.*, y 19,7% del total de L3 desarrolladas. Al igual que en la parcela de octubre, en el caso de los géneros *T. axei* y *O. ostertagi*, no se determinaron TDF en esta parcela, ya que, no había presencia de estos géneros detectables en la MF. (Fig. 20)

Figura 20. Tasa de desarrollo final de la parcela de diciembre por género y L3 total.

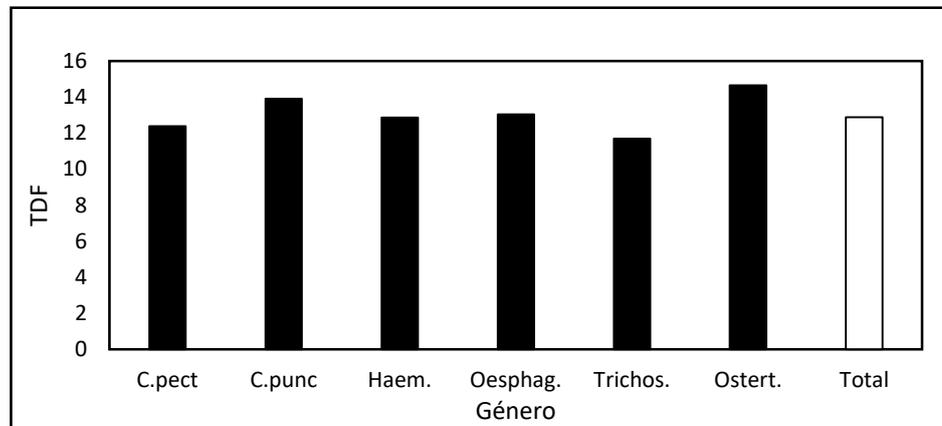


Parcela de febrero

Las TDF en la parcela de febrero, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sí ($p > 0,05$), observándose valores de TDF promedio de 12,3% *C.*

pectinata, 13,9 % *C. punctata*, 12,8 % *H. placei* 13,04 % *Oesophagostomum spp*, 11,6% *T. axei*, 14,6 % *O. ostertagi*. y 12,8% del total de L3 desarrolladas. (Fig. 21)

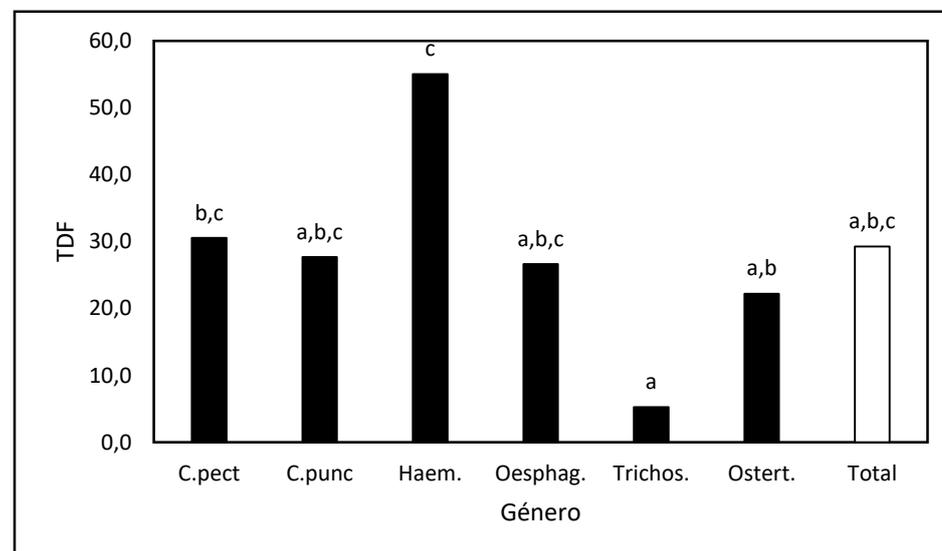
Figura 21. Tasa de desarrollo final de la parcela de febrero por género y L3 total.



Parcela de abril

La TDF en la parcela de abril, mostraron diferencias estadísticamente significativas entre géneros ($p < 0,01$), observándose valores de TDF promedio de 30,5 % *C. pectinata*, 27,6 % *C. punctata*, 55,03 % *H. placei* 24,1 % *Oesophagostomum spp*, 5,2 % *T. axei*, 21,8% *O. ostertagi*. y 29,09 % del total de L3 desarrolladas. (Fig. 22)

Figura 22. Tasa de desarrollo final de la parcela de abril por género y L3 total.⁶



⁶ Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p > 0,01$)

3.3.3.5 Correlaciones de acuerdo al HPG en MS, la cantidad de L3 Kg MS MF y la Tasa de desarrollo final de los géneros en estudio

El HPG MS de la MF fue una variable que mostró una correlación importante con la TDF en todos los géneros parasitarios estudiados ($p < 0,001$). Sin embargo, es destacar que se observaron diferencias en cuanto al tipo de correlación presentada por los géneros. Observándose una correlación de tipo positiva en los géneros *T. axei*. (r^2 : 0,73) y *O. ostertagi*. (r^2 : 0,55) y de tipo negativa en los géneros *C. pectinata* (r^2 : -0,77), *C. punctata* (r^2 : -0,87), *H. placei* (r^2 : -0,74) y *Oesophagostomum spp.* (r^2 : -0,91). En cuanto a la correlación del HPG MS y la cantidad de L3 Kg MS MF, se observó que salvo en el caso de *Oesophagostomum spp.* ($p > 0,05$), existe una asociación entre estas dos variables ($p < 0,01$) y a su vez dichas variables tienen una correlación de tipo positiva con valores de r^2 de 0,77 *C. pectinata*, 0,8 *C. punctata*, 0,57 *H. placei* 0,89 *T. axei*. y 0,93 *O. ostertagi*.

3.3.3.6 Correlaciones relacionadas a variables climáticas y la Tasa de desarrollo final de los géneros en estudio

En lo referido a variables climáticas, las correlaciones variaron de acuerdo al género en estudio. En el caso de la humedad, los géneros que mostraron asociación negativa entre su TDF y la humedad fueron *C. pectinata* ($p < 0,05$; r^2 : -0,5), *C. punctata* ($p < 0,01$; r^2 : -0,63) y *Oesophagostomum spp.* ($p < 0,05$ r^2 : -0,45). Los géneros en los que se observó una correlación positiva fueron *T. axei*. ($p < 0,01$ r^2 : 0,71) y *O. ostertagi*. ($p < 0,01$ r^2 : 0,56). En cuanto a las variables Tmed, Tmin y Tmax los géneros que presentaron asociación fueron *H. placei* ($p < 0,05$ r^2 : 0,53 para las tres variables) y *O. ostertagi* ($p < 0,05$ r^2 : -0,54 para las tres variables).

3.3.4 Disponibilidad de L3 en Materia fecal

En esta parte se hizo hincapie en los dos variables referidas a la supervivencia de las L3 en la materia fecal, en primer lugar la carga de L3 Kg MS MF, relacionadas a la disponibilidad de L3 en las MF y al TPFM, ligado a la supervivencia de las L3 en la MF.

3.3.4.1 L3 Kg MS MF a lo largo de los muestreos

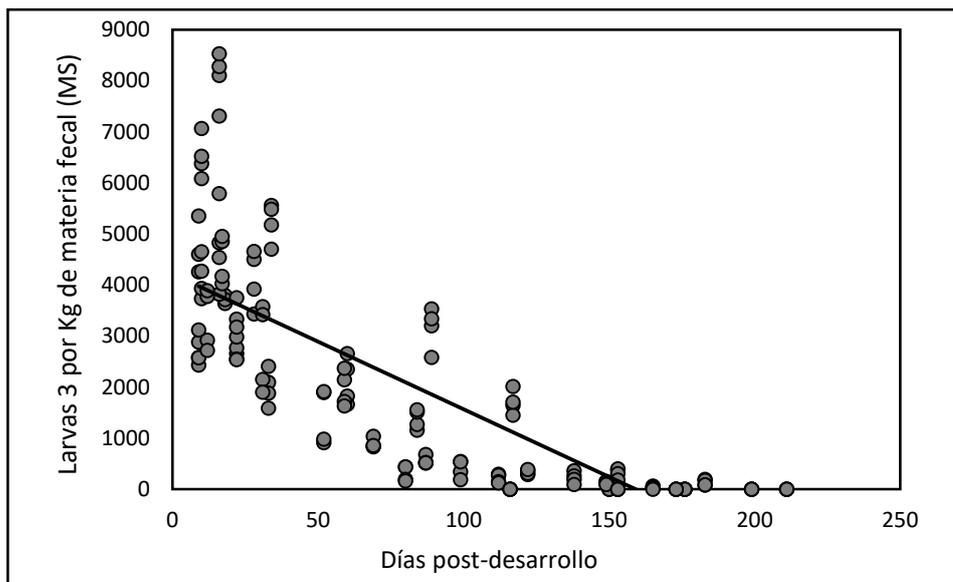
Al comparar la cantidad L3 total KG MS entre periodos no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). En cuanto al análisis de los géneros parasitarios, se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar la

cantidad de L3 Kg MS MF entre periodos en el caso de *H. placei* ($p < 0,05$), *T. axei* y *O. ostertagi*. ($p < 0,0001$). Mientras tanto los géneros *C. pectinata*, *C. punctata* y *Oesophagostomum spp.* no mostraron diferencias estadísticas al comparar la misma variable entre periodos ($p < 0,05$).

3.3.4.2 Correlación entre las L3 Kg MS MF y el ambiente

En el análisis de las L3 KG MS, las variables con las que se observaron correlación negativa fueron los días post-depósito ($r^2: -0.89$) y con el % Evaporación ($r^2: -0,8$), en ambos casos el valor de p fue $< 0,0001$. Para el caso de otras variables como la humedad, la Tmax y la Tmed, se observó una correlación de tipo positiva ($r^2: 0,18$ humedad, $0,2$ Tmed y $0,18$ Tmax) obteniéndose un valor de $p < 0,05$ en las tres asociaciones. En la figura 23 se presenta la correlación entre la variable días post-depósito y las L3 KG MS MF.

Figura 23. Gráfico de dispersión con la relación entre L3 KG MS MF y el día post- desarrollo.



En el análisis de correlación de los distintos géneros parasitarios en estudio, se pudieron observar distintas correlaciones con respecto al ambiente y las L3 KG MS MF. De estas, hubo dos variables que mostraron relación en los seis géneros en estudios. Estas dos variables mostraron un tipo de correlación negativo con los seis géneros con un valor $p < 0,0001$ en todos los casos. Dichas variables fueron el % Evaporación y los días post-depósito. A continuación, se describen las correlaciones específicas de cada género:

- *C. pectinata*: Se observó una correlación positiva con la humedad (r^2 : 0,26 $p < 0,001$).
- *H. placei*: Se observó una correlación positiva con la variables térmicas (r^2 Tmed: 0,5, Tmax: 0,5, Tmin: 0,4 valor $p < 0,0001$ en las tres variables).
- *T. axei*: Se observaron correlaciones de tipo negativas (r^2 Tmed:-0,43, Tmax: -0,45, Tmin:-0,37 con un valor de $p < 0,0001$).
- *O. ostertagi*: Se observó una correlación negativa con la Tmax (r^2 : -0,21 $p < 0,01$) y una correlación positiva con la humedad (r^2 : 0,42 $p < 0,0001$).

Tanto *C. punctata* como *Oesophagostomum spp.* no mostraron otro tipo de correlación que no sean las expuestas al principio de este párrafo.

3.3.5 Tiempo de permanencia de las L3 en la materia fecal (TPMF)

En la comparación de los distintos TPMF de las L3 totales se observaron diferencias estadísticamente significativas entre periodos ($p < 0,01$) (Tabla 4). En el caso de los géneros parasitarios en estudio, en todos los casos se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar el TPMF entre periodos individualmente ($p < 0,0001$). A su vez, al comparar el TPMF de los promedios de los géneros parasitarios entre sí, también se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) (Tabla 5).

Tabla 4. Medias, Desvío Estándar y valor p del Tiempo de permanencia en materia fecal en días de las L3 totales por depósito.⁷

Depósito	Medias	D.E.	Valor p
Febrero	173 ^{a,b}	0	0,0075
Abril	128 ^a	20,78	
Julio	183 ^b	0	
Octubre	158,25 ^{a,b}	13,5	
Diciembre	159,5 ^{a,b}	19,05	

⁷ Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p > 0,01$)

Tabla 5. Medias, Desvío Estándar y valor p del Tiempo de permanencia en días en materia fecal por género por depósito.⁸

Deposito	Medias	D.E.	Valor p
<i>Cooperia pectinata</i>	155,7 ^b	22,93	<0,0001
<i>Cooperia punctata</i>	157,2 ^b	25,14	
<i>Haemonchus placei</i>	116,75 ^a	23,79	
<i>Oesophagostomum</i>	113,95 ^a	42,94	
<i>Trichostrongylus axei</i>	127,17 ^a	30,98	
<i>Ostertagia ostertagi</i>	115,75 ^{a,b}	33,25	

En el análisis de supervivencia de Kaplan-Meier (Fig. 24), se observó que las medianas de supervivencia tienen diferencias estadísticamente significativas entre periodos (valor $p < 0,0001$) (Tabla 6). Sin embargo, al analizar las diferencias entre las medianas de supervivencia entre los promedios de los géneros no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

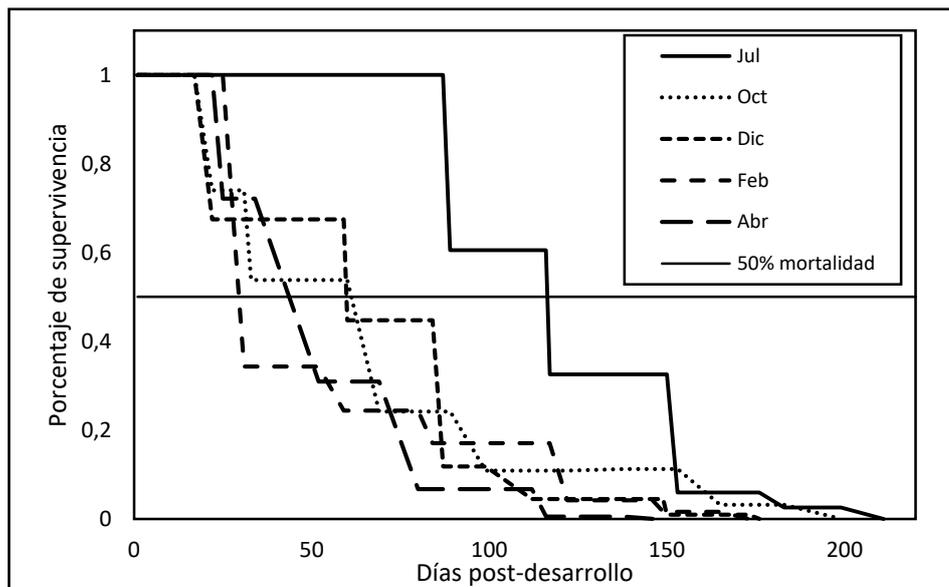
Tabla 6. Medias, Desvío Estándar y valor p de las medianas de supervivencia por comparación de promedios por período.⁹

Depósito	Medias	D.E.	p
Febrero	43 ^a	0	<0,0001
Abril	47,5 ^a	10,28	
Julio	108,83 ^c	13	
Octubre	55,5 ^{a,b}	18	
Diciembre	66,75 ^b	12,07	

⁸ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

⁹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

Figura 24. Esquema de Kaplan-Meier para las L3 totales en estudio por parcela en MF.¹⁰



3.3.5.1 Correlación entre TPMF y variables ambientales

El TPMF de las L3 total, mostró una correlación de tipo negativa con la variable humedad ($r^2: -0,57$ $p < 0,01$), no se observaron diferencias estadísticamente significativas con las demás variables en estudio ($p > 0,05$).

Los TPMF de los géneros en estudio, salvo en el caso de *Oesophagostomum* spp. no mostraron correlación con ninguna de las variables analizadas, demostraron asociaciones distintas dependiendo del género estudiado.

- *C. pectinata*: mostró una correlación de tipo positiva con la Tmax ($r^2: 0,55$ $p < 0,05$) y una de tipo negativa con la humedad ($r^2: -0,5$ $p < 0,05$).
- *C. punctata*: se observaron correlaciones de tipo positivas con las variables térmicas (r^2 Tmed/Tmin: $0,49$ $p < 0,05$ y Tmax: $0,74$ $p < 0,001$) y asociación negativa con la humedad ($r^2: -0,58$ $p < 0,01$).
- *H. placei*: al igual que *C. punctata*, mostró una correlación positiva con las variables térmicas (r^2 Tmed/Tmin: $0,63$ $p < 0,01$ y Tmax: $0,75$ $p < 0,001$) y una asociación de tipo negativa con la humedad ($r^2: -0,54$ $p < 0,05$).

¹⁰ La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron

- *T. axei*. / *O. ostertagi*.: mostraron una correlación de tipo negativa con la Tmed y Tmin ($p < 0,01$), obteniendo para el caso valores de r^2 de -0,56 y de -0,6 en ambas variables para *T. axei*. y *O. ostertagi*. respectivamente.

3.3.6 Dinámica de supervivencia de las L3 en la materia fecal

Parcela julio

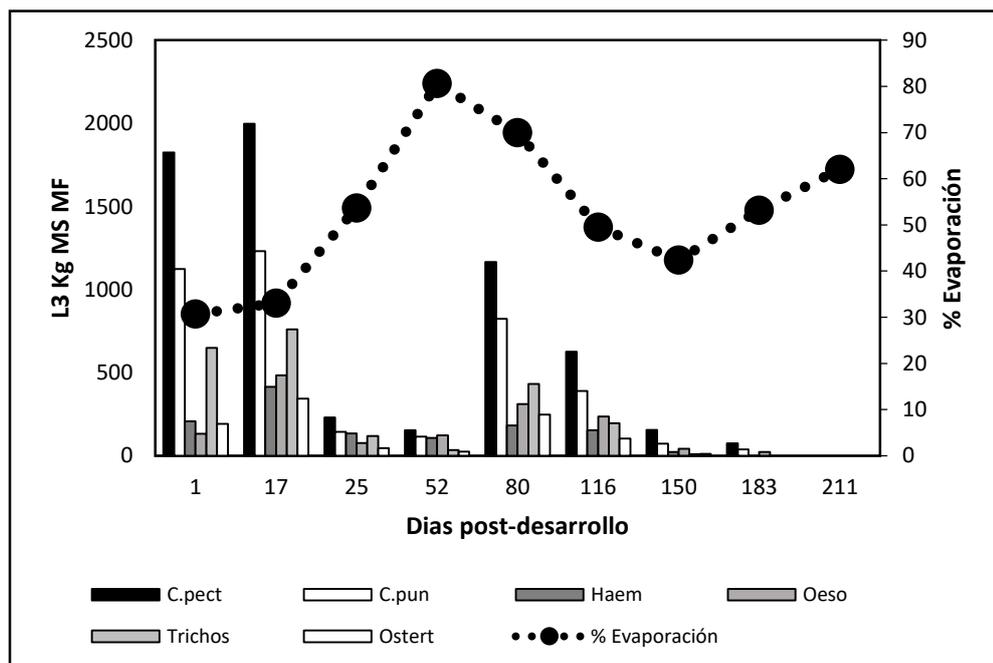
El TPMF también tuvo diferencias estadísticamente significativas entre géneros en el análisis intra-parcela ($p < 0,001$) (Tabla 7).

Tabla 7. Medias, Desvío Estándar y valor p del TPMF en días de las L3 por género en la parcela de julio.¹¹

Género	Medias	D.E.	p
<i>Cooperia pectinata</i>	183 ^b	0	0,0008
<i>Cooperia punctata</i>	183 ^b	0	
<i>Haemonchus placei</i>	135 ^{a,b}	20,78	
<i>Oesophagostomum</i>	168 ^{a,b}	17,32	
<i>Ostertagia ostertagi</i>	126 ^a	18	
<i>Trichostrongylus axei</i>	126 ^a	18	

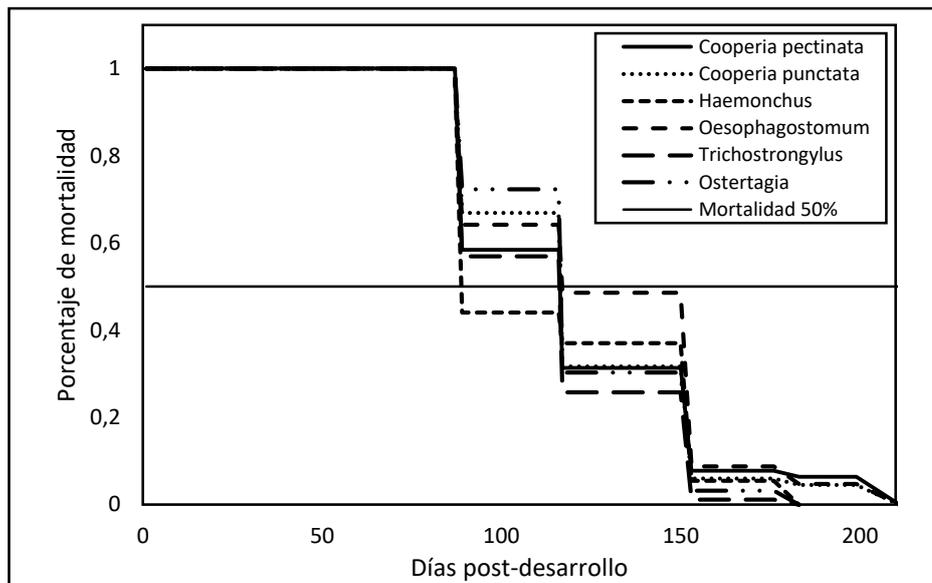
En cuanto a la dinámica de las L3 en la MF, el mayor TPMF se observó en las dos especies de *Cooperia spp.* y las cargas de L3 Kg MS MF mostraron una gran correlación negativa con el % Evaporación (Fig. 25). Sin embargo, en el análisis de supervivencia de Kaplan Meier, las medianas de supervivencia tuvieron valores de 117 días en todos los géneros salvo en el caso de *H. placei* que fue de 89 días (Fig. 26).

Figura 25. Dinámica de las L3 por género de la parcela de julio.



¹¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

Figura 26. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de julio.¹²



Parcela octubre

El TPMF también tuvo diferencias estadísticamente significativas entre géneros en el análisis intra-parcela ($p < 0,05$) (Tabla 8).

Tabla 8. Medias, Desvío Estándar y valor p del TPMF en días de las L3 por género en la parcela de octubre.¹³

Género	Medias	D.E.	p
<i>Cooperia pectinata</i>	151,5 ^{a,b}	15,59	0,01
<i>Cooperia punctata</i>	158,25 ^b	13,5	
<i>Haemonchus placei</i>	108,75 ^{a,b}	19,5	
<i>Oesophagostomum</i>	77,25 ^a	43,91	

En cuanto a la dinámica de las L3 en la MF, el mayor TPMF se observó en las dos especies de *Cooperia spp.* y las cargas de L3 Kg MS MF mostraron una gran correlación negativa con el % Evaporación (Fig. 27). En el análisis de supervivencia de Kaplan Meier, las medianas de supervivencia tuvieron valores de 69 días en el caso *C. pectinata* y *H. placei* y de 33 días en el caso de *C. punctata* y *Oesophagostomum spp.* (Fig. 28)

¹² La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron.

¹³ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$).

Figura 27. Dinámica de las L3 por género de la parcela de octubre.

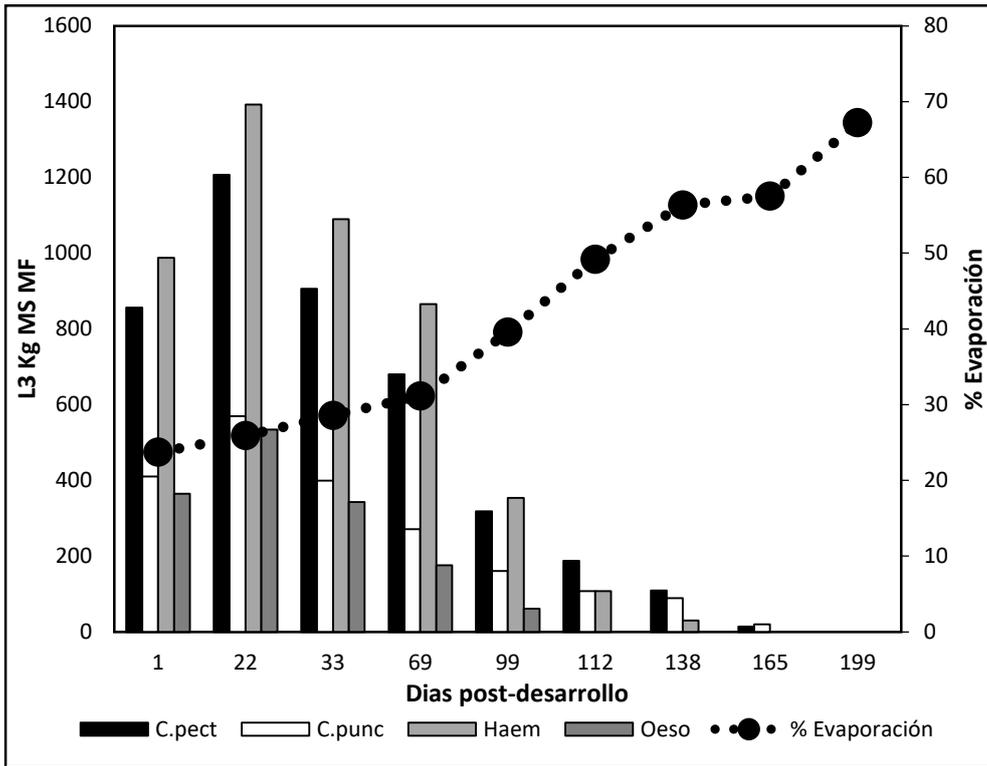
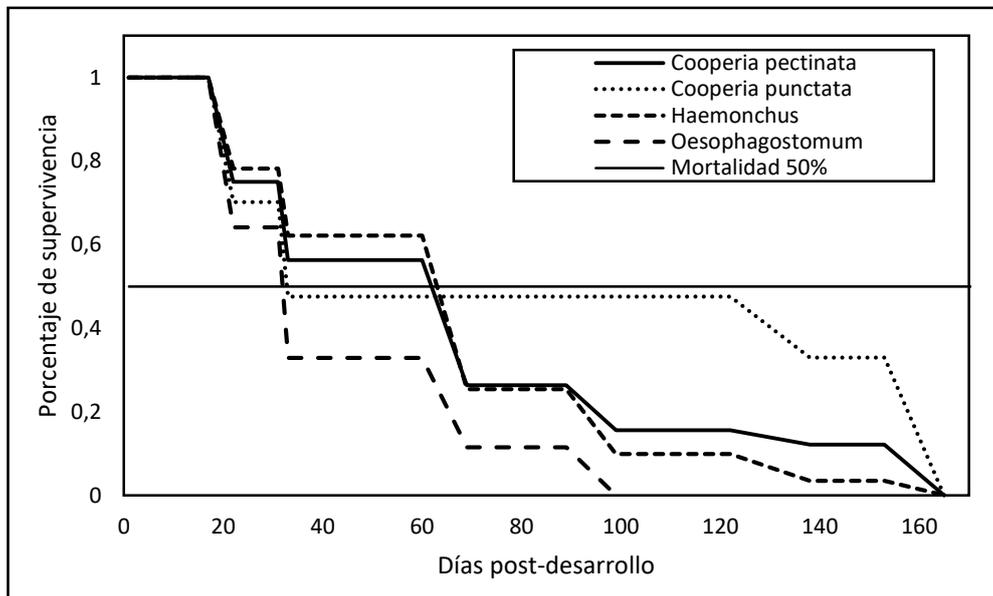


Figura 28. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de octubre.¹⁴



¹⁴ La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron.

Parcela diciembre

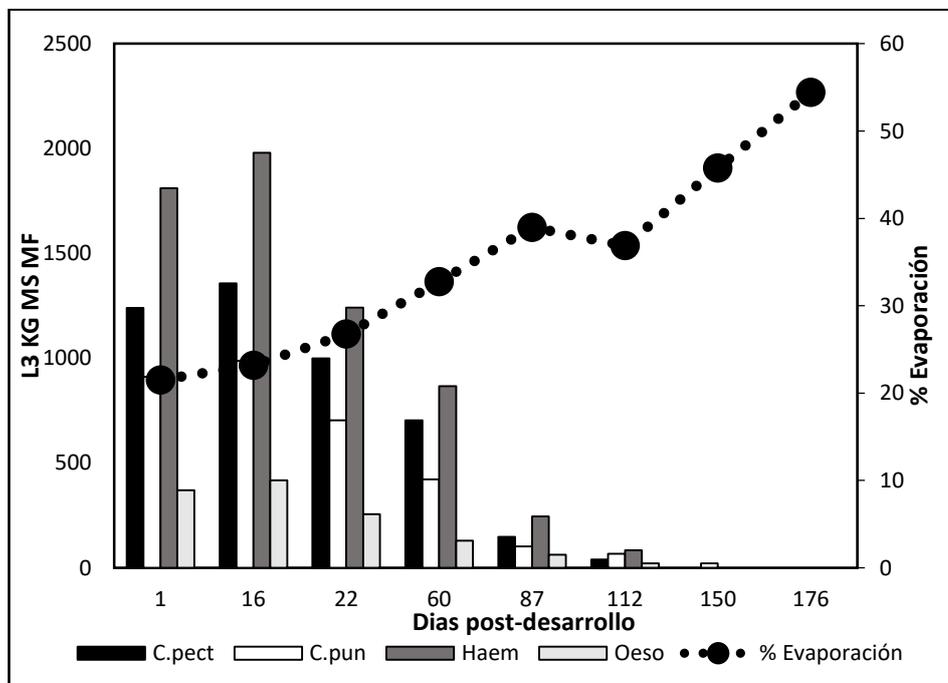
En la comparación del TPMF no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre géneros en el análisis intra-parcela ($p > 0,05$) (Tabla 9).

Tabla 9. Medias Desvío Estándar y valor p del TPMF en días de las L3 por género en la parcela de diciembre.¹⁵

Género	Medias	D.E.	p
<i>Cooperia pectinata</i>	143 ^a	0	0,05
<i>Cooperia punctata</i>	159,5 ^a	19,05	
<i>Haemonchus placei</i>	143 ^a	0	
<i>Oesophagostomum</i>	128,5 ^a	16,74	

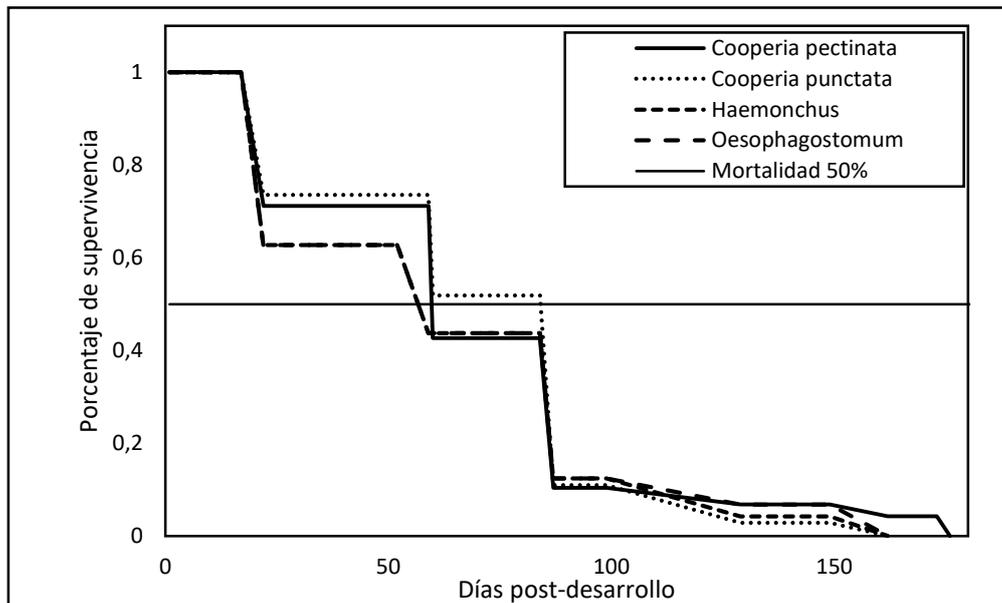
En cuanto a la dinámica de las L3 en la MF, la mayor TPMF se observó en las dos especies de *Cooperia spp.* y las cargas de L3 Kg MS MF mostraron una gran correlación negativa con el % Evaporación (Fig. 29). En el análisis de supervivencia de Kaplan Meier, las medianas de supervivencia tuvieron valores de 60 días en el caso de *C. pectinata*, *H. placei* y *Oesophagostomum spp.* y de 86 días en el caso *C. punctata*.(Fig. 30).

Figura 29. Dinámica de las L3 por género de la parcela de diciembre



¹⁵ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

Figura 30. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de diciembre.¹⁶



Parcela de febrero

El TPMF también tuvo diferencias estadísticamente significativas entre géneros en el análisis intra-parcela ($p < 0,01$) (Tabla 10).

Tabla 10. Promedios, Desvío Estándar y valor p del TPMF en días de las L3 por género en la parcela de diciembre.¹⁷

Género	Medias	D.E.	p
<i>Cooperia pectinata</i>	173 ^{c,d}	0	0,0012
<i>Cooperia punctata</i>	166,25 ^{a, b,c,d}	13,5	
<i>Haemonchus placei</i>	108 ^{b,c,d}	0	
<i>Oesophagostomum</i>	120,75 ^{a,b,c}	30,89	
<i>Trichostrongylus axei</i>	146 ^d	0	
<i>Ostertagia ostertagi</i>	159,5 ^a	15,59	

En cuanto a la dinámica de las L3 en la MF, el mayor TPMF se observó en las dos especies de *Cooperia spp.* y las cargas de L3 Kg MS MF mostraron una gran correlación negativa con el % Evaporación (Fig. 31). En el análisis de supervivencia de Kaplan Meier, las medianas de supervivencia tuvieron un valor de 43 días en todos los géneros en estudio. (Fig. 32)

¹⁶ La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron.

¹⁷ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$).

Figura 31. Dinámica de las L3 por género de la parcela de febrero.

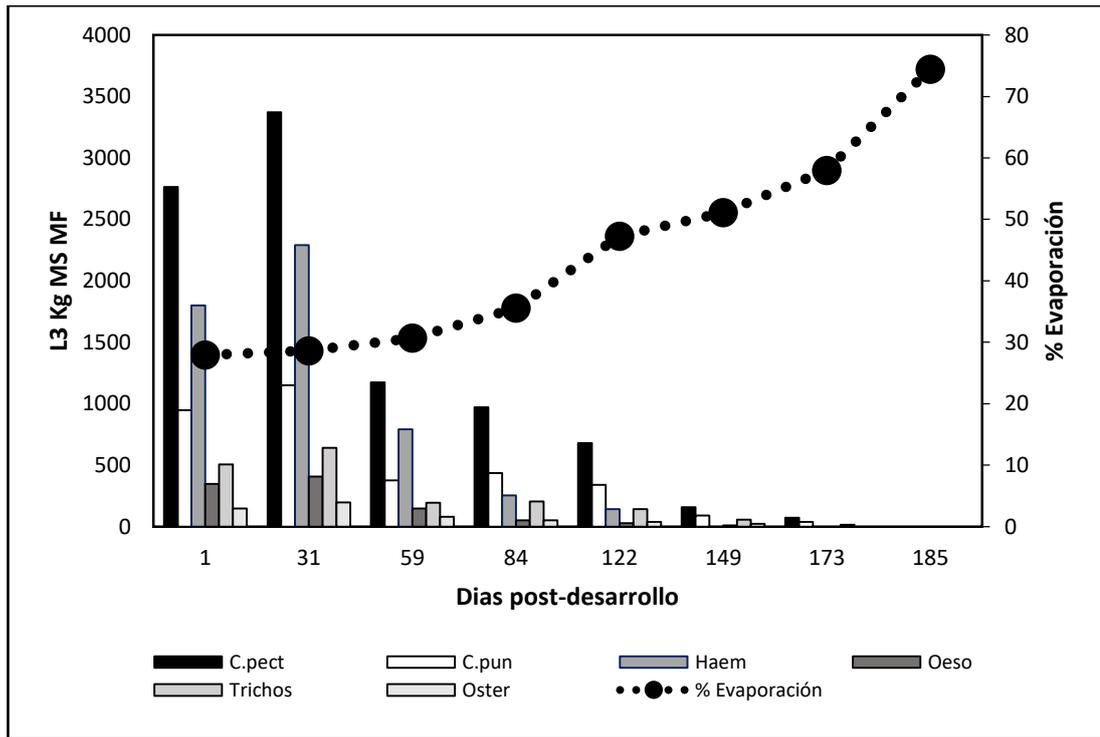
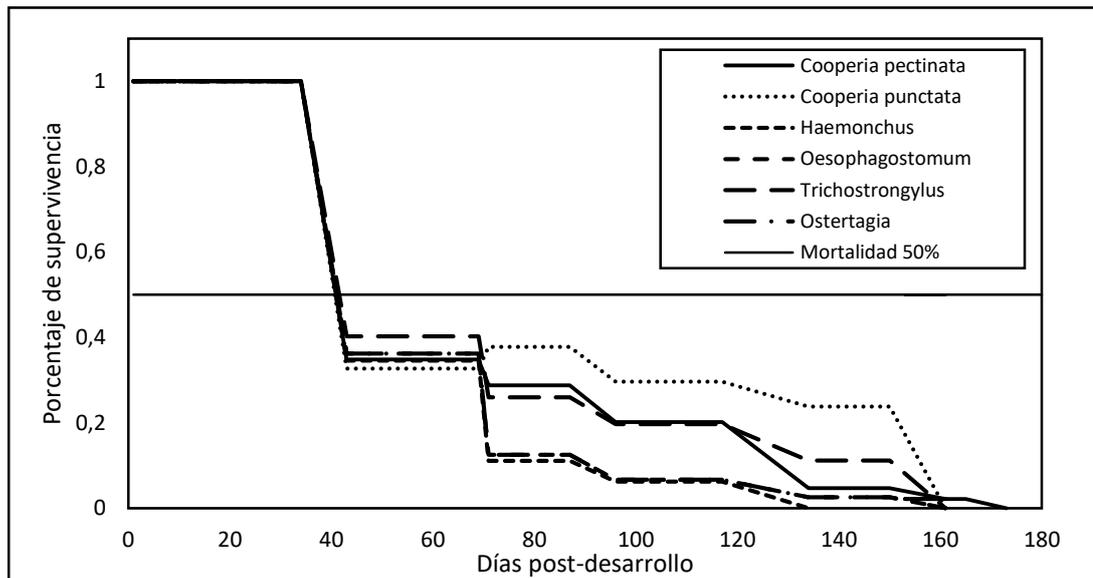


Figura 32. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de febrero.¹⁸



Parcela abril

El TPMF también tuvo diferencias estadísticamente significativas entre géneros en el análisis intra-parcela ($p < 0,01$) (Tabla 11).

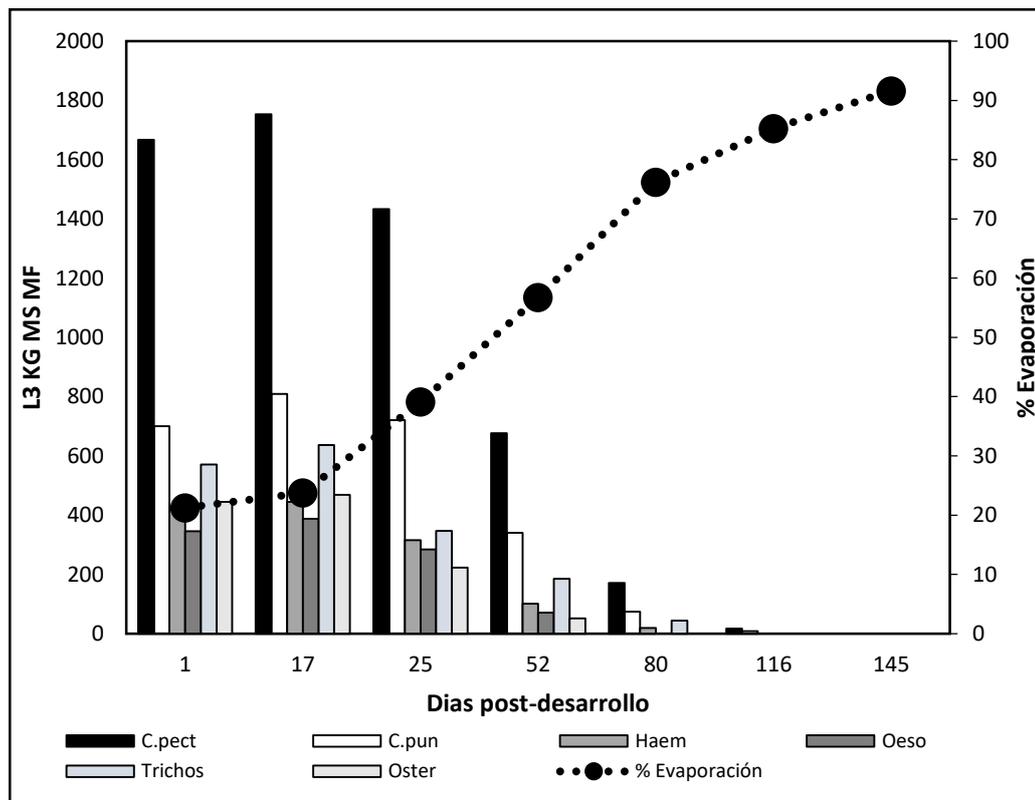
¹⁸. (La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron)

Tabla 11. Medias Desvío Estándar y valor p del TPMF en días de las L3 por género en la parcela de diciembre.¹⁹

Género	Medias	D.E.	Valor p
<i>Cooperia pectinata</i>	128 ^b	20,78	0,0026
<i>Cooperia punctata</i>	119 ^{a,b}	18	
<i>Haemonchus placei</i>	89 ^{a,b}	14	
<i>Oesophagostomum</i>	75,25 ^a	13,5	
<i>Ostertagia ostertagi</i>	96 ^{a,b}	16,17	
<i>Trichostrongylus axei</i>	75,25 ^a	13,5	

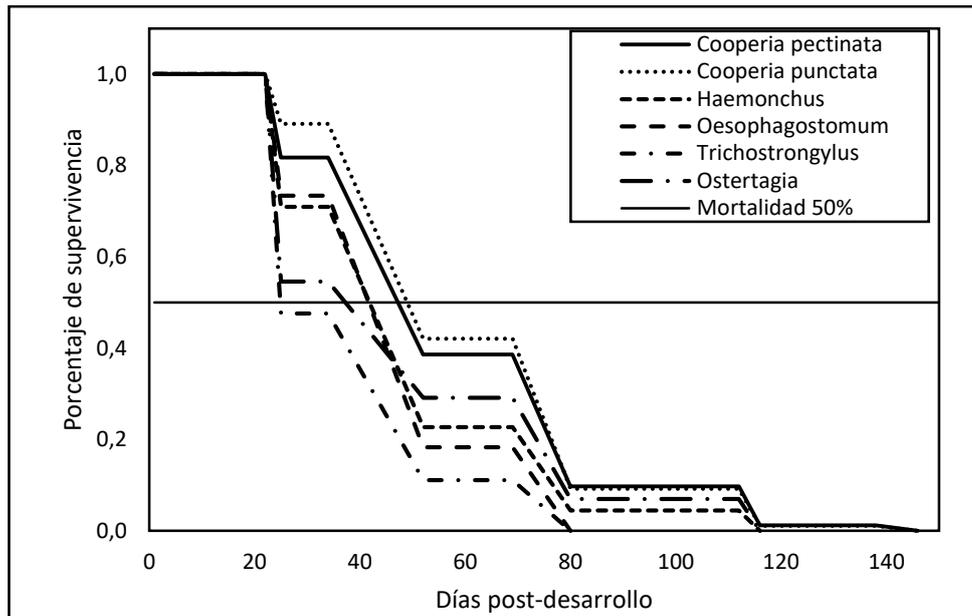
En cuanto a la dinámica de las L3 en la MF, el mayor TPMF se observó en las dos especies de *Cooperia spp.* y las cargas de L3 Kg MS MF mostraron una gran correlación negativa con el % Evaporación (Fig. 33). En el análisis de supervivencia de Kaplan Meier, las medianas de supervivencia tuvieron valores de 52 días en el caso de *C. pectinata*, *C. punctata*, *H. placei* *Oesophagostomum spp.*, *O. ostertagi*. y de 25 días en el caso de *T. axei*. (Fig. 34)

Figura 33. Dinámica de las L3 por género de la parcela de abril



¹⁹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$).

Figura 3427. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de abril.²⁰



3.3.7 Tiempo de aparición de L3 en pasto (TAP)

El TAP, mostró diferencias estadísticamente significativas entre periodos ($p < 0,001$) no observándose variación en los valores de las repeticiones intra-parcela. (Tabla 12). En el caso de los géneros también se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$).

Tabla 12. Medias Desvío Estándar y valor p de los TAP por periodo.²¹

Depósito	Medias	D.E.	Valor p
Febrero	9 ^{a,b}	0	0,0008
Abril	0 ^a	0	
Julio	117 ^c	0	
Octubre	18 ^{a,b,c}	0	
Diciembre	23 ^{b,c}	0	

²⁰ La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron.

²¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$).

3.3.7.1 Correlación con factores ambientales en el tiempo de traspaso de L3 a pasto

El TAP mostró correlaciones de tipo positivas con algunas de las variables en estudio. Dentro de estas variables, las relacionadas a la temperatura (Tmed, Tmax, Tmin) mostraron correlación (r^2 : 0,7 $p < 0,01$). A su vez, el otro grupo de variables que presentó correlación con esta variable fueron las relacionadas a las lluvias. Entre estas tenemos las PA acumuladas previas a la llegada al pasto (r^2 : 0,7 $p < 0,001$), las PA 10 días (r^2 : 0,7 $p < 0,01$), las PA6 (r^2 : 0,6 $p < 0,01$) y el ind. LL/MS MF 6 (r^2 : 0,6 $p < 0,01$).

3.3.8 Tasa de migración (TM)

La TM mostró diferencias estadísticamente significativas al comparar los promedios de las L3 totales entre periodos ($p < 0,01$) (Tabla 13).

Tabla 13. Medias Desvío Estándar y valor p de las TM por periodo.²²

Depósito	Medias	D.E.	Valor p
Febrero	81,08 ^c	10,28	0,0018
Abril	0 ^a	0	
Julio	30,99 ^{a,b}	13	
Octubre	42,49 ^{b,c}	18	
Diciembre	61,82 ^{b,c}	12,07	

3.3.8.1 Correlación de factores ambientales con la tasa de migración

La TM tuvo correlación con una gran cantidad de variables en estudio. De estas, las variables que tuvieron un tipo de correlación negativa fueron el TAP (r^2 : -0,68 $p < 0,01$) y el % Evaporación (r^2 : -0,59 $p < 0,01$). En cuanto a las variables que mostraron una correlación positiva con la TM, las de mayor relevancia fueron el TPP (r^2 : 0,8 $p < 0,0001$), el ind LL/MS 6 días (r^2 : 0,69 $p < 0,001$), la PA6 (r^2 : 0,62 $p < 0,01$) y la humedad (r^2 : 0,57 $p < 0,01$).

3.3.9 Tiempo de permanencia de L3 en pasto (TPP)

En el análisis comparativo de los TPP de los distintos periodos, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) (Tabla 14). En cuanto a lo referido a los géneros parasitarios, salvo en el caso de *T. axei* y *O. ostertagi*. que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre periodos ($p > 0,05$), los

²² Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$).

demás géneros si presentaron diferencias ($p < 0,05$). A su vez, al comparar los promedios de TPP de los géneros entre sí también se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) (Tabla 15).

Tabla 14. Medias Desvío Estándar y valor p de los tiempos de permanencia en pasto en días por periodo.²³

Depósito	Medias	D.E.	p
Febrero	134 ^{b,c}	0	0,0008
Julio	92 ^{a,b}	17,32	
Octubre	132 ^{a,b,c}	0	
Diciembre	156 ^c	0	

Tabla 15. Medias Desvío Estándar y valor p de los tiempos de permanencia en pasto en días por comparación de promedios por género.²⁴

Género	Medias	D.E.	Valor p
<i>Cooperia pectinata</i>	96,35 ^{b,c}	57,59	<0,0001
<i>Cooperia punctata</i>	94,3 ^{b,c}	54,01	
<i>Haemonchus placei</i>	58,75 ^{a,b}	39,45	
<i>Oesophagostomum</i>	52,05 ^a	33,69	
<i>Ostertagia ostertagi</i>	33,83 ^a	33,21	
<i>Trichostrongylus axei</i>	40,5 ^a	36,58	

En el análisis de supervivencia de Kaplan-Meier, se pudo determinar que las medianas de supervivencia tienen diferencias estadísticamente significativas entre periodos (valor $p < 0,0001$) (Tabla 16). Sin embargo, al analizar las diferencias entre las medianas de supervivencia entre los promedios de los géneros, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). (Fig. 35)

Tabla 16. Medias, Desvío Estándar y valor p de las medianas de supervivencia por comparación de promedios por periodo.²⁵

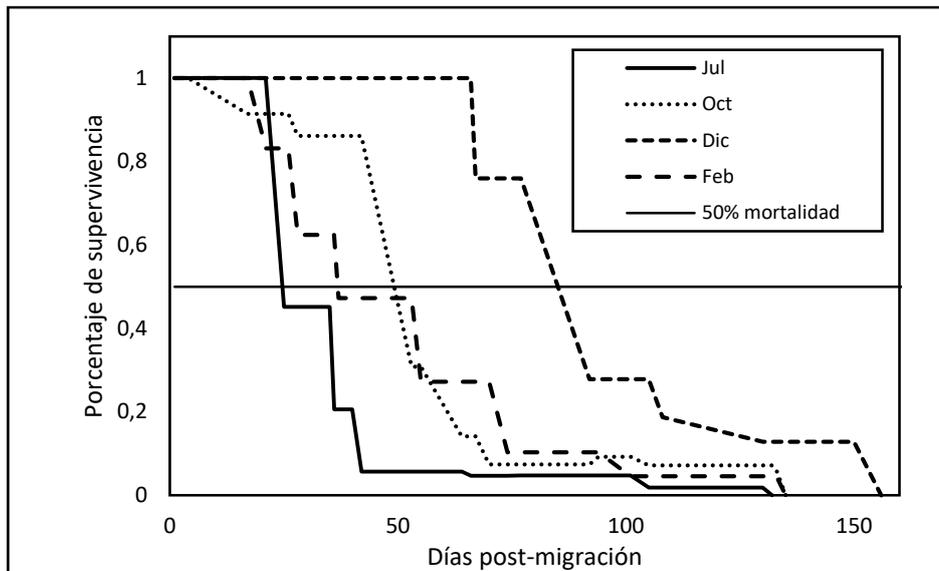
Depósito	Medias	D.E.	p
Febrero	58,17 ^b	7,23	<0,0001
Julio	26,83 ^a	4,19	
Octubre	60 ^b	7,55	
Diciembre	92 ^c	0	

²³ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$).

²⁴ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$).

²⁵ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$).

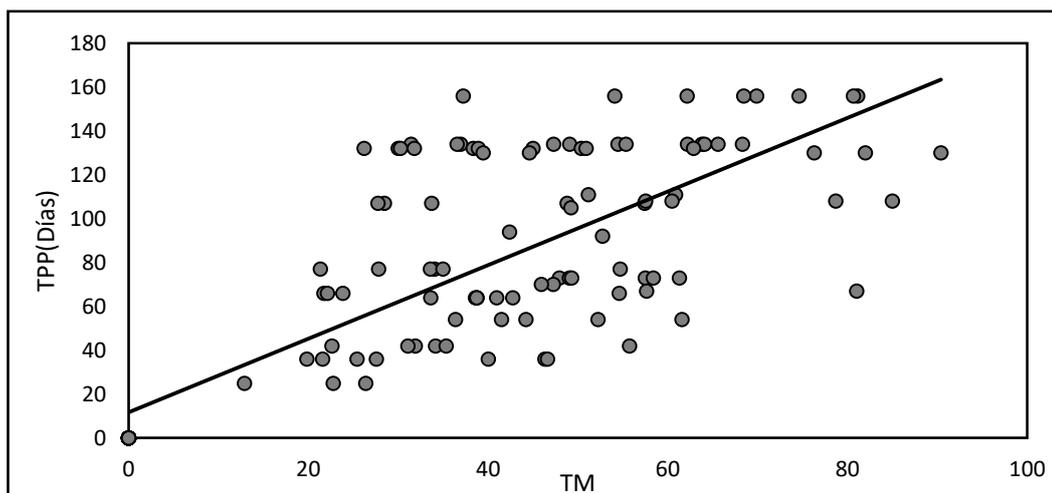
Figura 35. Esquema de Kaplan-Meier para las L3 totales en estudio por parcela en pasto.²⁶



3.3.9.1 Correlación de factores ambientales con el tiempo de permanencia en pasto de las L3 totales

El TPP mostró correlación de tipo positiva ($p < 0,0001$) con la TM ($r^2: 0,8$) (Fig.36), Tmax ($r^2: 0,91$), PP ($r^2: 0,89$), PA 6 ($r^2: 0,93$) y con los Ind. LLMS 6 ($r^2: 0,98$) y el ind. LL/MS 10 días ($r^2: 0,91$). Con la única variable que se observó una correlación de tipo negativa fue el TAP ($r^2: -0,8$ $p < 0,001$).

Figura 36. Correlación entre TM y TPP



²⁶ La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron.

3.3.9.2 Correlación de factores ambientales con el tiempo de permanencia de L3 en pasto de los distintos géneros

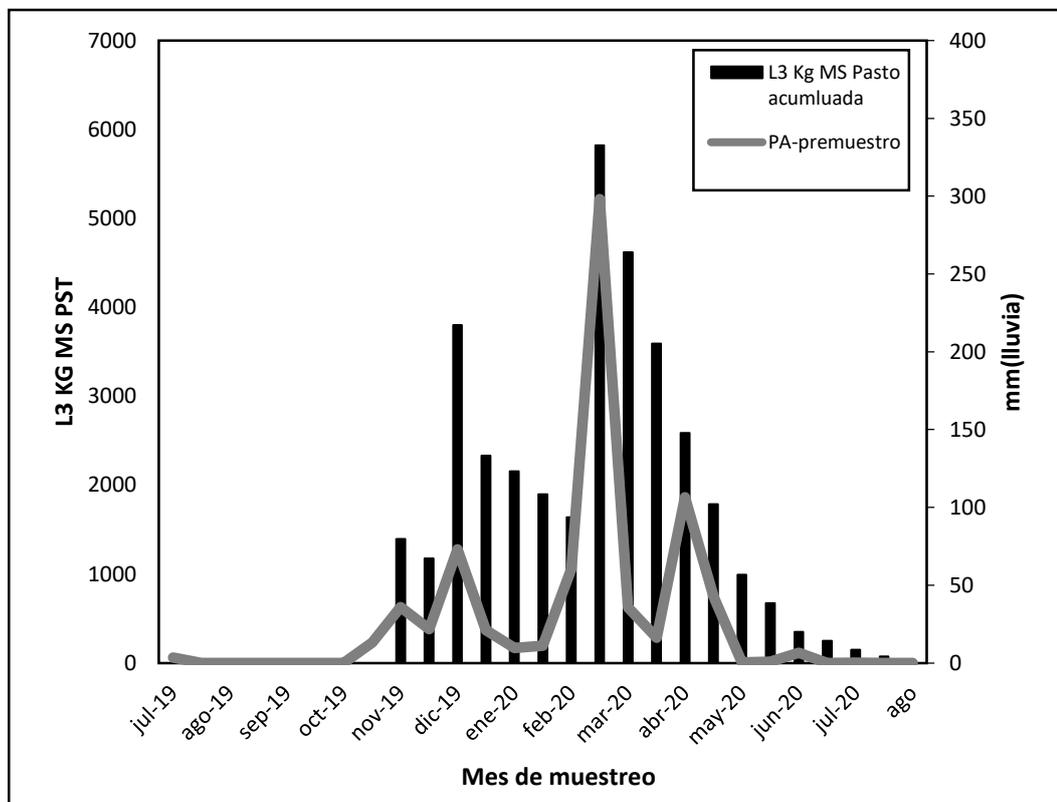
El TPP de cada género parasitario mostró diferentes tipos de correlaciones dependiendo del género analizado:

- *C. pectinata*: Se observó una correlación negativa con el % Evaporación (r^2 : -0,75 $p < 0,001$) y correlación positiva con la TM (r^2 : 0,81 $p < 0,0001$), con el Ind. LL/MS6 (r^2 : 0,69 $p < 0,001$), la humedad (r^2 : 0,67 $p < 0,01$) y con la Tmax (r^2 : 0,58 $p < 0,01$).
- *C. punctata*: Se observó una correlación negativa con el % Evaporación (r^2 : -0,56 $p < 0,05$) y una correlación positiva con la TM (r^2 : 0,87 $p < 0,0001$) y con la humedad (r^2 : 0,66 $p < 0,01$).
- *H. placei*: Se observó una correlación negativa con el % Evaporación (r^2 : -0,78 $p < 0,001$) y correlación positiva con el Ind. LL/MS6 (r^2 : 0,86 $p < 0,0001$), la Tmax (r^2 : 0,81 $p < 0,0001$), la TM (r^2 : 0,77 $p < 0,001$), Tmed (r^2 : 0,65 $p < 0,01$), las PP (r^2 : 0,64 $p < 0,01$), Ind. LL/MS 10 (r^2 : 0,66 $p < 0,01$), la PA6 (r^2 : 0,64 $p < 0,01$) y la humedad (r^2 : 0,51 $p < 0,05$).
- *Oesophagostomum spp.*: Se observó una correlación negativa con el % Evaporación (r^2 : -0,65 $p < 0,01$) y correlación positiva con la Tmax (r^2 : 0,81 $p < 0,0001$), el Ind. LL/MS6 (r^2 : 0,74 $p < 0,001$), el Ind LL/MS10 (r^2 : 0,65 $p < 0,01$), con la Tmed (r^2 : 0,64 $p < 0,01$), las PP (r^2 : 0,64 $p < 0,01$) y la TM (r^2 : 0,59 $p < 0,01$).
- *T. axei*: No se observó correlación con el % Evaporación ($p > 0,05$). Se pudo observar una correlación positiva con el Ind. LL/MS6 (r^2 : 0,84 $p < 0,001$), el Ind. LL/MS 10 (r^2 : 0,77 $p < 0,01$) y la TM (r^2 : 0,77 $p < 0,01$), la Tmed (r^2 : 0,69 $p < 0,05$), Tmax (r^2 : 0,69 $p < 0,05$), Tmin (r^2 : 0,69 $p < 0,05$), la PP (r^2 : 0,69 $p < 0,05$) y la PA6 (r^2 : 0,69 $p < 0,05$).
- *O. ostertagi*: No se observó correlación con el % Evaporación ($p > 0,05$). Se pudo observar una correlación positiva con el Ind. LL/MS6 (r^2 : 0,95 $p < 0,0001$) y con la TM (r^2 : 0,94 $p < 0,0001$).

3.3.10 Descripción de la dinámica de las L3 acumuladas en pasto a lo largo del periodo de muestreo

En la Fig. 37, se presenta la acumulación progresiva de L3 Kg MS PST a lo largo de los muestreos en relación a las precipitaciones acumuladas previo a cada muestreo de pasto. En dicha figura, se observan dos picos de acumulación, el primero hacia el mes de diciembre y el segundo, de mayor carga de L3 hacia finales de febrero. Por lo tanto, se puede concluir que el momento de mayor concentración de L3 sobre la pastura en este trabajo, se observó desde principios de verano hacia principios de otoño, momento en el cual se concentran las precipitaciones.

Figura 37. Acumulación de L3 en la pastura a lo largo de los muestreos y su relación con la precipitación acumulada (PA) previo al muestreo de pasto.



3.3.10.1 Correlación de factores ambientales con la dinámica de infestación de L3 Kg MS en pasto.

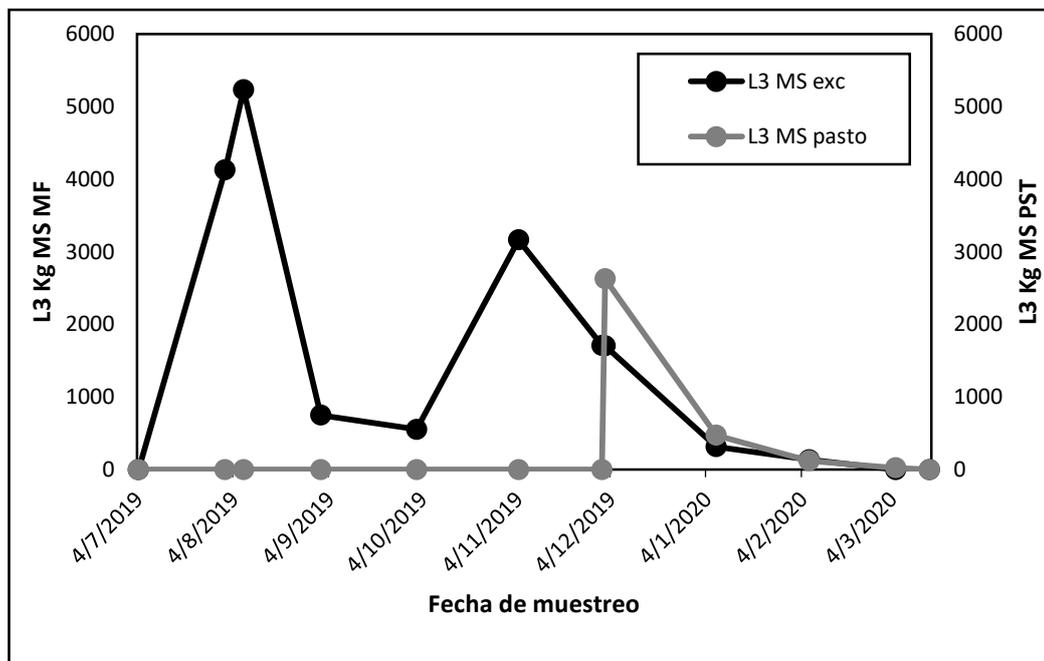
Las variables ind. LL/MSMF a los 6 y 10 días mostraron correlación con la cantidad de L3 Kg MS pasto ($p < 0,001$). En ambos casos el tipo de correlación observado fue de tipo positivo con un valor de r^2 de 0,52 (ind. LL/MS 6 días) y de 0,72 (Ind. LL/MS 10 días). En relación a estas últimas variables, las PA a los 6 y 10 días mostraron una correlación positiva con las L3 Kg MS PST ($p < 0,001$), con valores de r^2 de 0,53 para las

PA a los 6 días y de 0,62 para la PA a lo 10 días. Al analizar las PA entre muestreos se pudo observar que existe una correlación de tipo positiva con la variable L3 Kg MS pasto ($r^2: 0,44$ $p < 0,0001$). Por último el % Evaporación mostró una correlación negativa con las L3 KG MS PST ($r^2: -0,67$ $p < 0,0001$).

3.3.11 Dinámica de las L3 en el pasto en las distintas parcelas en estudio Parcela de julio

Las L3 desarrolladas en la MF tardaron un total de 117 días en llegar al pasto, la TMF fue de un 30,7% en promedio (Fig. 38). A su vez, se observó una acumulación promedio de L3 en pasto proveniente de la MF de 3.246 L3 Kg MS pasto y un TPP de 109 días.

Figura 38. Relación entre las L3 recuperadas de las Materia fecal y las L3 recuperadas del pasto en el depósito de julio.



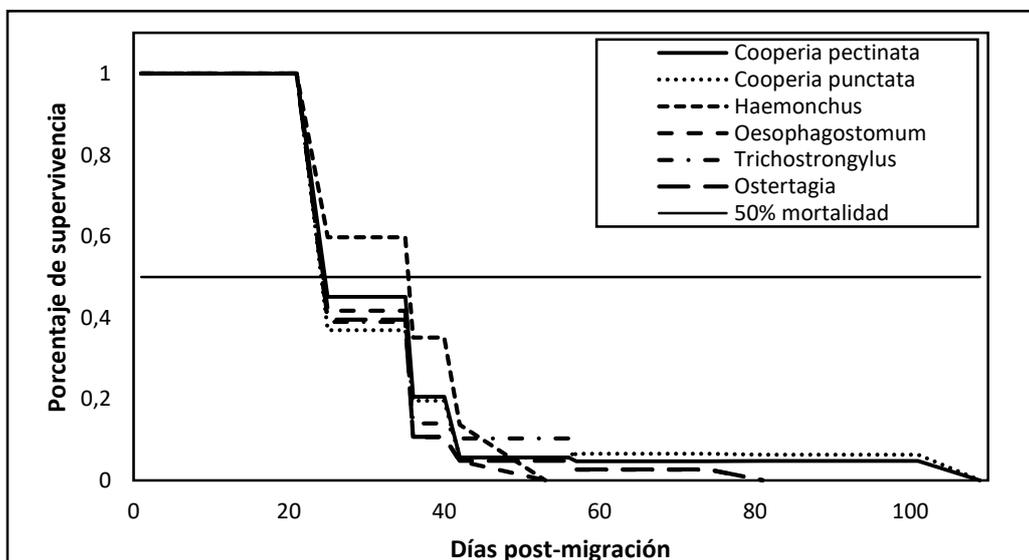
En cuanto al TPP de los géneros parasitarios desarrollados en julio, se observaron diferencias estadísticamente significativas en la comparación de los promedios de sus TPP ($p < 0,01$) (Tabla 17).

Tabla 17. Medias Desvío Estándar y valor p de los TPP en días por comparación de promedios por género en la parcela de julio.²⁷

Género	Medias	D.E.	Valor p
<i>Cooperia pectinata</i>	83,25 ^{a,b}	30,92	0,0059
<i>Cooperia punctata</i>	84,5 ^{a,b}	15	
<i>Haemonchus placei</i>	39 ^a	3,46	
<i>Oesophagostomum</i>	48,25 ^{a,b}	20,98	
<i>Ostertagia ostertagi</i>	42,25 ^{a,b}	17,33	
<i>Trichostrongylus axei</i>	43,75 ^{a,b}	16,86	

En el análisis de supervivencia de Kaplan Meier, las medianas de supervivencia tuvieron valores de 25 días en el caso de *C. pectinata*, *C. punctata*, *Oesophagostomum* spp., *T. axei* y *O. ostertagi* y de 36 días en el caso *H. placei* (Fig. 39)

Figura 39. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de julio en el pasto.²⁸



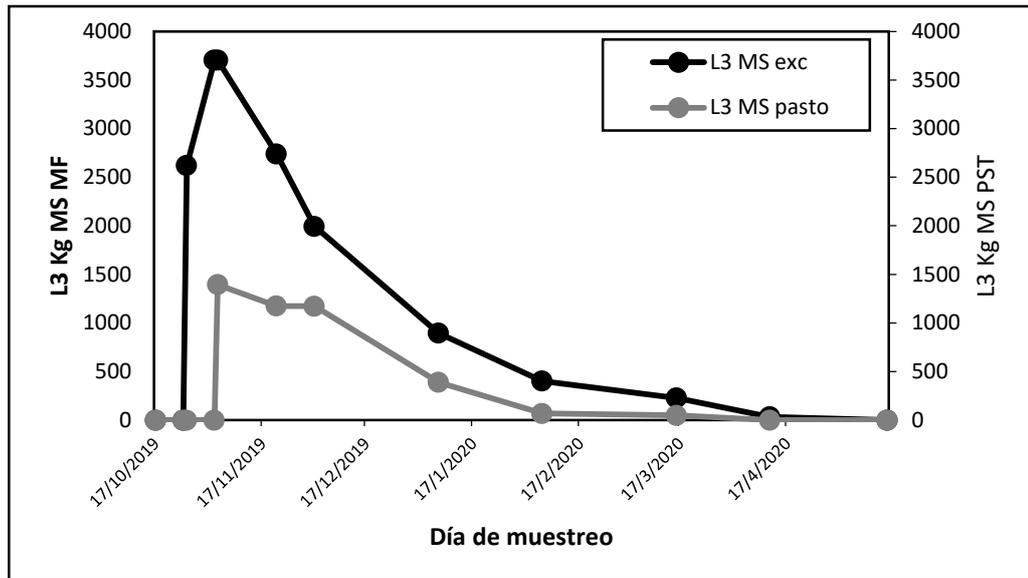
Parcela de octubre

Las L3 desarrolladas en la MF tardaron un total de 18 días en llegar al pasto y la TM fue de un 42,5% en promedio. (Fig. 40). A su vez, se observó una acumulación promedio de L3 en pasto proveniente de la MF de 4250,3 L3 Kg MS pasto y un TPP de 132 días.

²⁷ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$).

²⁸ La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron.

Figura 40. Relación entre las L3 recuperadas de las Materia fecal y las L3 recuperadas del pasto en el depósito de octubre



En cuanto a los géneros parasitarios, se observaron diferencias estadísticamente significativas en la comparación intraparcela en la comparación de los promedios de sus TPP ($p < 0,05$) (Tabla 18).

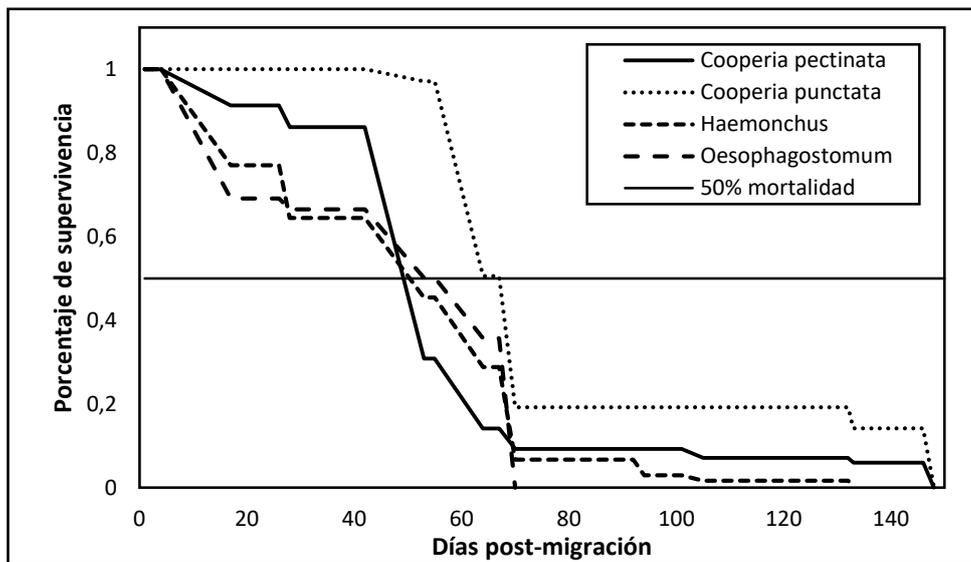
Tabla 18. Medias Desvío Estándar y valor p de los TPP en días por comparación de promedios por género en la parcela de octubre.²⁹

Género	Medias	D.E.	Valor p
<i>Cooperia pectinata</i>	115 ^b	34	0,0325
<i>Cooperia punctata</i>	116,5 ^b	31	
<i>Haemonchus placei</i>	83,25 ^{a,b}	19,45	
<i>Oesophagostomum</i>	64 ^a	0	

En el análisis de supervivencia de Kaplan Meier, las medianas de supervivencia tuvieron valores de 53 días en el caso de *C. pectinata* y *H. placei* de 64 días en el caso de *Oesophagostomum spp.* y de 70 días en el caso *C. punctata*. (Fig. 41).

²⁹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

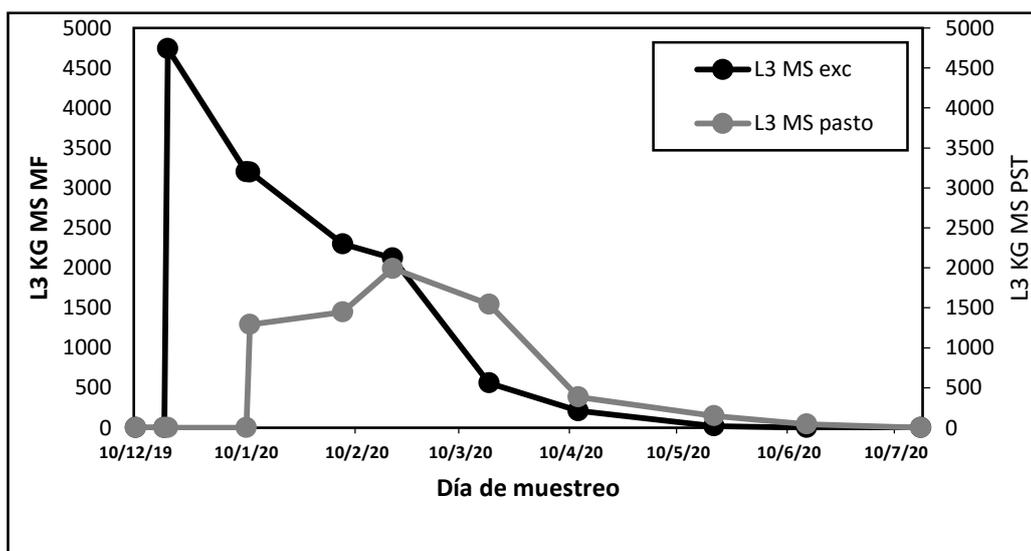
Figura 41. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de octubre en el pasto.³⁰



Parcela de diciembre

Las L3 desarrolladas en la MF tardaron un total de 23 días en llegar al pasto y la TM fue de un 63,1% en promedio. (Fig. 42). A su vez, se observó una acumulación promedio de L3 en pasto proveniente de la MF de 6851,3 L3 Kg MS pasto y un TPP de 156 días.

Figura 42. Relación entre las L3 recuperadas de las Materia fecal y las L3 recuperadas del pasto en el depósito de diciembre



³⁰ La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron.

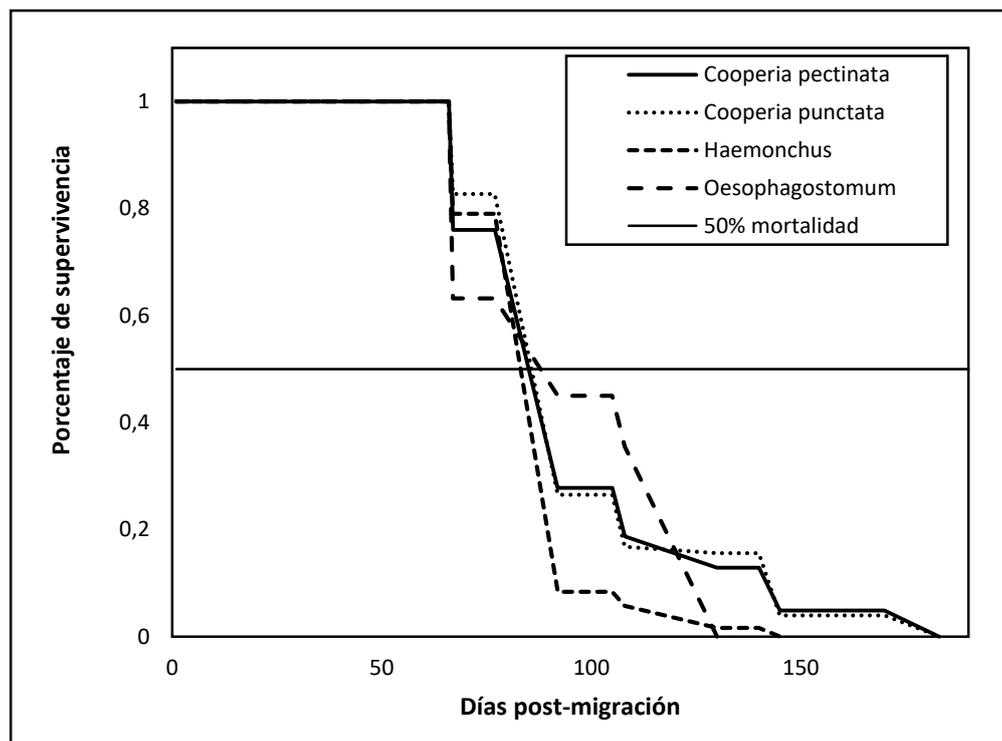
En cuanto a los géneros parasitarios, se observaron diferencias estadísticamente significativas en la comparación intra-parcela en el TPP ($p < 0,05$) (Tabla 19).

Tabla 19. Medias, Desvío Estándar y valor p de los TPP en días por género en la parcela de diciembre.³¹

Género	Medias	D.E.	Valor p
<i>Cooperia pectinata</i>	149,5 ^c	13	0,0101
<i>Cooperia punctata</i>	136,5 ^{b,c}	13	
<i>Haemonchus placei</i>	103,25 ^{a,b}	26,3	
<i>Oesophagostomum</i>	93,75 ^c	19,36	

En el análisis de supervivencia de Kaplan Meier, las medianas de supervivencia tuvieron valores de 92 días en todos los géneros en estudio (Fig.43).

Figura 43. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de diciembre en el pasto.³²



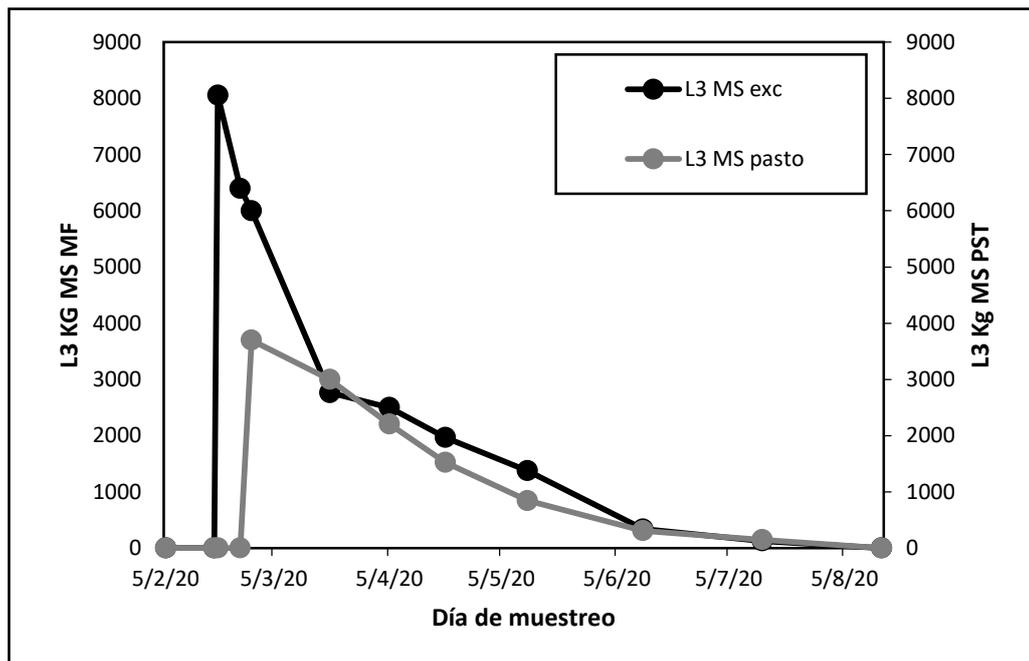
³¹ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

³² La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron.

Parcela de febrero

Las L3 desarrolladas en la MF tardaron un total de 23 días en llegar al pasto y la TM fue de un 80,1% en promedio (Fig.44). A su vez, se observó una acumulación promedio de L3 en pasto proveniente de la MF de 11725 L3 Kg MS pasto y TPP de 134 días.

Figura 4428. Relación entre las L3 recuperadas de las Materia fecal y las L3 recuperadas del pasto en el depósito de febrero



En cuanto a los géneros parasitarios, se observaron diferencias estadísticamente significativas en la comparación intraparcela en el tiempo de permanencia ($p < 0,01$) (Tabla 20).

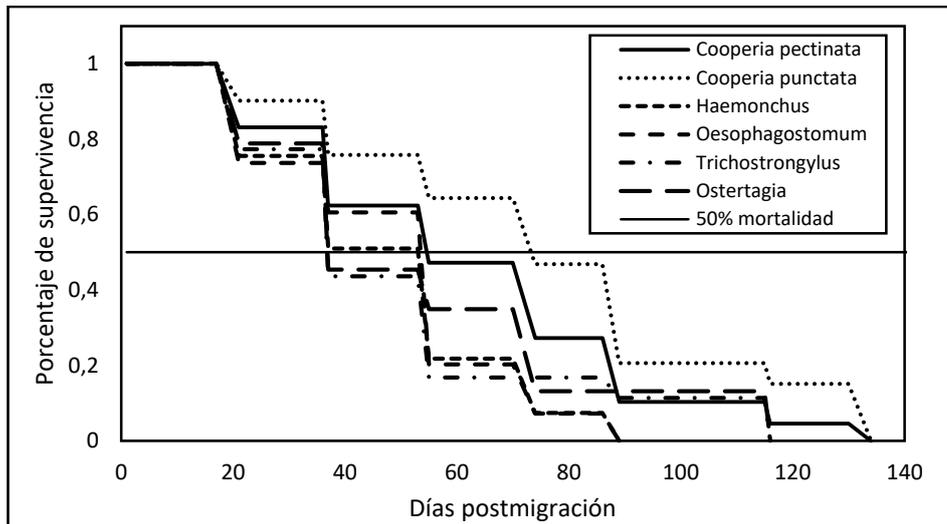
Tabla 20. Medias Desvío Estándar y valor p de los TPP en días por comparación de promedios por género en la parcela de febrero.³³

Género	Medias	D.E.	Valor p
<i>Cooperia pectinata</i>	134 b	0	0,003
<i>Cooperia punctata</i>	134 b	0	
<i>Haemonchus placei</i>	68,25 a,b	9,5	
<i>Oesophagostomum</i>	54,25 a	15,11	
<i>Ostertagia ostertagi</i>	59,25 a	35,53	
<i>Trichostrongylus axei</i>	77,75 a,b	23,91	

³³ Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

En el análisis de supervivencia de Kaplan Meier, las medianas de supervivencia tuvieron valores de 55 días en todos los géneros en estudio, salvo en el caso de *C. punctata* que el valor fue de 70 días (Fig. 45).

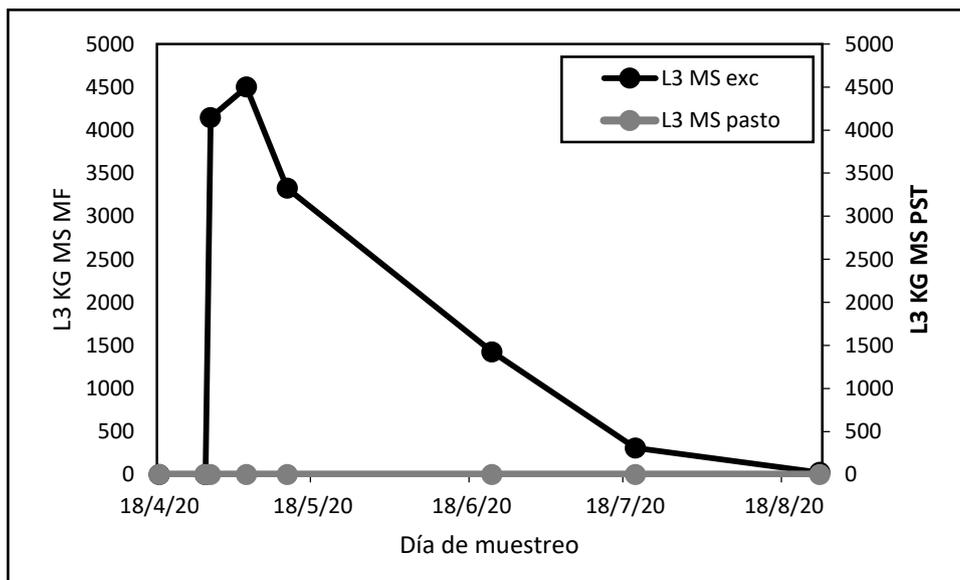
Figura 45. Esquema de Kaplan-Meier para los géneros en estudio de la parcela de febrero en el pasto.³⁴



Parcela de abril

Las L3 desarrolladas en la MF en ninguno de los muestreos realizados llegaron al pasto. Por esto, tanto la TM fue de un 0% (Fig.46).

Figura 46. Relación entre las L3 recuperadas de las Materia fecal y las L3 recuperadas del pasto en el depósito de abril



³⁴ La línea horizontal, y su intersección con la curva de supervivencia, demarcan el momento en el que el 50% de las L3 Kg MS MF disminuyeron.

4. DISCUSIÓN

Dinámica de los HPG y prevalencia de los géneros en los establecimientos donadores

Durante el año de muestreo, los valores de HPG mostraron en términos generales un pico a fines de verano y otro pico a principio del invierno. Tomando en cuenta los valores de HPG promedio se puede determinar que la mayor carga se observó en los meses de verano y principio de otoño, los cuales coinciden con el momento en el que se presentan la mayor concentración de las precipitaciones anuales. A su vez es importante remarcar que no se observaron diferencias en cuanto a dicha variable al comparar sistemas de cría y de tambo. Estos resultados coinciden con lo descrito por [Le Richie et al. \(1982\)](#) y [Khüne et al. \(1986\)](#).

Existen trabajos que describen la carga parasitaria evaluada mediante HPG a lo largo del año. Por ejemplo, [Suarez, Martínez, Viñabal et al. \(2017\)](#) llevaron a cabo un trabajo en la ecorregión del CSE en dos periodos, el primero desde mayo a septiembre de 2014 y el segundo desde mayo de 2015 a marzo de 2016. En ambos periodos a mediados del otoño los conteos de HPG eran considerados moderados (P1: 515,4 ± 449; P2: 484,4 ± 464), demostrando una elevación considerable hacia fines de otoño (P1: 759 ± 615; P2: 585 ± 476) mostrando posteriormente una disminución al avanzar hacia la primavera. En la ecorregión de YP, se determinó por seguimiento de un lote de terneras destete un valor de HPG de moderado a elevado de 595 ± 480, para elevarse hacia principios de invierno con un pico de 907 ± 754 de valor. Posteriormente los valores disminuyen de forma paulatina hacia la primavera ([Suarez, Martínez et al., 2017](#)). En otro trabajo realizado en la ecorregión de los PS en terneros post-destete, se evidenció que estos mostraban un pico a mediados de invierno, disminuyendo los conteos de HPG en la primavera y demostrando otro a fines de verano. Este último, dado en la categoría de reposición ([Suarez, Viñabal et al., 2017](#)). Un trabajo realizado en la región del CSA, mostró un valor de HPG bajo a principios del otoño de 102 ± 77, elevándose hacia mediados de invierno mostrando un pico con un valor de 1049 ± 1040, disminuyendo hacia principios de primavera y mostrando un pico de HPG hacia mediados primavera con un valor de 667 ± 928, para finalmente disminuir hacia principios del verano ([Suarez, Aráoz et al., 2018](#)).

En el estudio de prevalencia de géneros determinadas por coprocultivos en el seguimiento de las tres recrias el género más prevalente fue *C. pectinata*, *H. placei* *C.punctata* y *Oesophagostomum spp*, seguidos de forma más alejada por *T. axei* y *O.*

ostertagi. En principio coincidiría en parte con lo descrito por [De bustos y Herrera \(1972\)](#), ya que en dicho trabajo se realizó un estudio coprológico pero sólo en el mes de febrero. No obstante, las coincidencias en cuanto a géneros más prevalentes y la presencia *O. ostertagi* sp. permiten complementar el análisis de los resultados presentados en esta tesis. Sin embargo, en este aspecto los distintos trabajos realizados en la región del NOA determinaron que los géneros más prevalentes en la región del NOA son *Haemonchus*, *Cooperia* y *Oesophagostomum*, seguidos de *Trichostrongylus*, *Ostertagia* coincidiendo con lo descrito con los resultados de obtenidos en este trabajo ([Le Riche et al., 1982](#); [Kühne et al., 1986](#); [Micheloud et al., 2014](#); [Suarez, Martínez et al., 2017](#); [Suarez, Viñabal et al., 2017](#); [Suarez, Martínez, Viñabal et al., 2017](#); [Suarez, Aráoz et al., 2018](#); [Suarez, Olmos et al., 2019](#)).

En el análisis específico de los géneros parasitarios observados en el presente trabajo, *Cooperia* spp. fue el género más prevalente en gran parte de los muestreos realizados. A su vez, es importante destacar que las diferencias morfológicas que se pueden determinar en las L3 de *C. pectinata* y *C. punctata* permitieron realizar un análisis diferencial entre ambas. La primera consideración estaría relacionada a diferencias en cuanto a su frecuencia. Se observó que durante todos los meses en análisis, la prevalencia de *C. pectinata* fue mayor a la de *C. punctata* (% diferencia promedio). Para el caso de *H. placei*, este fue el género que prosiguió en orden de frecuencia luego de *Cooperia*. La mayor prevalencia de dicho género se pudo observar en las épocas con clima más cálido y húmedo. En el caso de *Oesophagostomum* spp. la prevalencia se pudo observar en los meses más fríos del otoño e invierno con una disminución de frecuencia al momento de presentarse las épocas de temperaturas más elevadas. Por otro lado, también se pudo recuperar de los coprocultivos *T. axei*. En esta especie, su distribución pudo observarse de forma más marcada en los meses más fríos, disminuyendo de forma notoria al aumentar las temperaturas en épocas de primavera y verano. Por último, *O. ostertagi* es otra especie que se pudo observar en dichos análisis. En el caso de *O. ostertagi*., su análisis requiere de un poco más profundidad dadas las características en cuanto a su comportamiento se refieren. Dicha especie tiene por característica el fenómeno de hipobiosis, el cual se caracteriza por una interrupción en desarrollo de las L4 en la mucosa. Las prevalencias observadas en el análisis de este trabajo, determinaron que este comienza a hacerse presente hacia fines de verano aumentando hacia el invierno. Posteriormente, en la época primaveral se puede observar un marcado descenso en su participación obteniéndose resultados negativos en esta época hasta mediados de verano. A su vez, se pudo observar que las mayores

prevalencias se observaron en los establecimientos de tambo (E1 y E2) en su comparación con el establecimiento de cría (E3).

En cuanto a lo observado en otros trabajos en la región, para el caso de *Cooperia*, la relación descrita (*C. pectinata*>*C. punctata*) coincide con lo descrito en trabajos previos en la ecorregión de YP (Suarez, Martínez *et al.*, 2017), en la región del CSE (Suarez, Martínez, Viñabal *et al.*, 2017), y en la región del CSA (Suarez, Aráoz *et al.*, 2018). Un trabajo realizado en la región del NOA por Suarez, Olmos *et al.* (2019) en base al relevamiento de vísceras digestivas y conteo de adultos también mostró un predominio en las cargas de *C. pectinata* sobre *C. punctata* en la región del NOA. El predominio del género *Cooperia* spp., independientemente de la subespecie, se pudo observar en las épocas más frías, pero también con prevalencias importantes en los meses de primavera-verano. En cuanto a *H. placei* lo descrito coincide con los trabajos presentados por Le Riche *et al.* (1982) y Kühne *et al.* (1986) donde determinaron prevalencias muy altas de este género en las distintas ecorregiones del NOA. Sin embargo, en el caso de *Oesophagostomum*, no coincide con lo descrito en dichos trabajos, ya que generalmente se asociaron las prevalencias más altas en épocas de verano – primavera (Suarez, Martínez *et al.*, 2017; Suarez, Viñabal *et al.*, 2017; Suarez, Martínez, Viñabal *et al.*, 2017; Suarez, Aráoz *et al.*, 2018). La dinámica observada de la especie *O. ostertagi* en el presente trabajo coincide con lo descrito por Suarez, Viñabal *et al.* (2017). Los autores describieron entre otras cosas la dinámica de *O. ostertagi* en la región de los PS, en donde observó que este género presentó su mayor participación en los meses de otoño e invierno, decayendo en la primavera y principios de verano. En cuanto a esto último, y tomando en cuenta la bibliografía disponible a nivel nacional al respecto se puede presumir que esa disminución de la prevalencia de *Ostertagia* sp. en los coprocultivos está relacionada al fenómeno de hipobiosis descrito en capítulos anteriores. Dicha presunción, puede también sustentarse en una posible descripción de Ostertagiasis tipo 2 realizada en el departamento de Guachipas, en la ecorregión de los PS en un brote de mortandad de 44 vaquillonas en los meses de febrero-marzo (Micheloud *et al.*, 2014). Estudios realizados evaluando específicamente el patrón de inhibición-desinhibición de *O. ostertagi* a nivel nacional describen patrones similares a los observados en los coprocultivos, con un aumento de la prevalencia desde fines de verano hasta fines de abril y con una disminución marcada desde la primavera hasta mediado-fines de verano (Fiel *et al.*, 1988; Suarez, 1990b;).

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo, se puede decir que la mayor contaminación de huevos está en relación a los meses de lluvias y que las especies más prevalentes son *H. placei* y *C. pectinata* y *C. punctata*. En cuanto a los géneros restantes

es de destacar la presencia de *O. ostertagi*, ya que este se considera como uno de los géneros más patógenos de los bovinos y en algunos de los distintos ambientes de la región del NOA podría presentarse ostertagiasis tipo 2.

Además de los trabajos descriptos en la región del NOA, en otras regiones del país existe una gran cantidad de información relacionada a la dinámica de contaminación de las pasturas con huevos de nematodos. Una de estas, es la región de la Pampa Húmeda, en donde [Steffan y Fiel \(1994\)](#) describen la acción de la RIN sobre la carga parasitaria y los valores de HPG determinándose una acumulación progresiva de NGI desde principios de otoño hasta mediados del invierno y en el caso del HPG se observó que los mayores niveles de contaminación con huevos de la pastura se producen en los meses de julio y agosto hasta mediados de primavera, momento en el que se mantienen en valores muy bajos.

En la región Pampeana Semiárida [Suarez \(1990b\)](#) determinó que desde el destete a (marzo-abril) los valores de HPG van en aumento hasta conseguir un pico a fin de otoño-principios de invierno. Posteriormente a fines de invierno- principio de primavera dichos valores comienzan a disminuir hasta el verano en donde se mantienen en valores bajos, con posibilidad de mostrar aumentos en base al régimen de lluvias. Esta tendencia obtuvo una dinámica similar en otros trabajos realizados en la provincia de San Luis y el sur de Córdoba ([Rossanigo et al., 1988](#); [Descarga, 2001b](#)).

En la región del NEA, también se han realizado trabajos en base a coprología y determinación de carga de parásitos adultos en terneros tracers. En los primeros de estos, [Lombardero et al. \(1976\)](#), describieron en un trabajo realizado en tres departamentos de la zona norte de la provincia de Corrientes, que del total de los terneros muestreados solo el 12,8% superó el valor de 450 HPG. Por otro lado, se llevó a cabo otro trabajo en la localidad de Mercedes (Corrientes) en terneros de 4-6 meses, en donde el HPG mostró un promedio de 310 hacia fines primavera, el cual descendió hacia fines de febrero mostrando un valor promedio de 55 HPG, mostrando un aumento en abril de 100 HPG para disminuir hacia el invierno ([Rosa et al., 1973](#)). Posteriormente, [Daffner et al. \(1990\)](#) en un trabajo realizado en la provincia de Santa Fe, sobre dos ciclos de recría de novillitos cruce Hereford por Cebú, determinó que el aumento de la contaminación de las pasturas comienza altos niveles de HPG a mediados de otoño, manteniéndose estos hasta fines de invierno en donde comienza a decrecer hacia la primavera y el verano.

En la región Patagónica (PA), el otoño y la primavera constituyen los periodos más adecuados para el desarrollo de la fase ambiental del ciclo de los NGI,

considerando al verano como el periodo crítico de supervivencia de los estadios de vida libre. Por lo que las cargas parasitarias de los animales tienen a aumentar desde el otoño (destete), determinándose un pico de HPG a principios de primavera para disminuir a fines de esta última. Sin embargo, el monitoreo de NGI en las explotaciones bovinas de la PA, posee diferencias dependiendo de las ecorregiones consideradas, siendo más relevante el seguimiento y control en las zonas de la franja cordillerana, la pre cordillera y zonas de mallines y con el uso de riego, en comparación con las zonas más áridas en donde el seguimiento debe realizarse de forma más esporádica (Olaechea, 2013).

Por lo tanto, la región del NOA, si bien presenta cierto desfase hacia el final del verano, la contaminación de las pasturas seguiría patrones similares a los observados en otras regiones del país. En referencia a esto se puede comentar que la contaminación de las pasturas encuentra grandes concentraciones desde el verano hacia finales del otoño. Este desfase en relación a lo observado en otras regiones, obedece principalmente a la dinámica de las lluvias estivales. A su vez, también se observaron diferencias en cuanto a los géneros más prevalentes. En el presente estudio se observó una gran prevalencia de *Cooperia* y *Haemonchus* en relación a los demás géneros, contrastando con las grandes prevalencias de *O. ostertagi* con las regiones de la PH y el SAP.

Tiempo de aparición de L3 en la materia fecal depositada

Los periodos de desarrollo de huevo a L3 variaron según la época del año estudiada, observándose un TA mayor en el invierno. Estos datos coinciden con otras descripciones realizadas en el país. En la Pampa Húmeda, Steffan y Fiel (1988) describieron un tiempo de desarrollo de huevo a L3 de una semana en verano y seis semanas invierno, con valores intermedios en las otras estaciones del año. En la misma región, Vercesi (1988) determinó tiempos de desarrollo similares, salvo en la época invernal en donde observó un tiempo de desarrollo de 4 semanas. En referencia a este trabajo, las temperaturas estuvieron por encima del promedio general de la región durante todo el experimento (Fiel et al., 2012). Por último, Fiel et al. (2012) determinaron tiempos de desarrollo similares a los descritos anteriormente por Steffan y Fiel (1988). En la PCE, los trabajos sobre bioecología de L3 establecieron un tiempo de desarrollo de 8-10 días a fines de verano, de 10-14 días a principios del otoño y de 20 -40 días en el invierno (Suarez y Lorenzo, 2000; Suarez, 2001). En el Sur de Córdoba, Lovera et al. (2008) encontró que durante el invierno el periodo de desarrollo era de 28- 35 días.

En síntesis, los TA observados en este trabajo fueron similares y coinciden con los descritos en otras regiones del país.

En cuanto a las condiciones ambientales relacionadas con el TA, una fuerte relación se observó en las variables de temperatura (Tmed, Tmax y Tmin). Dicha relación, fue de tipo negativa determinando que el TA fue más largo cuando las temperaturas fueron más bajas. En cuanto a la humedad ambiental, si bien en este estudio se determinó una correlación de tipo positiva, se pudo observar que a bajas temperaturas el TA va a ser más largo independientemente de la humedad ambiental. Por lo tanto, la variable más importante en relación al TA fueron las relacionadas a la temperatura y que la humedad necesaria para el desarrollo de las L3 a huevo es aportada por la MF. Estas observaciones coinciden con los trabajos realizados por [Rossanigo y Gruner \(1994\)](#), en donde determinaron que la temperatura fue la variable más importante en la tasa de desarrollo de los NGI bovinos, concluyendo que la humedad aportada por la MF es suficiente para que se produzca el desarrollo de las L3. A su vez, [Steffan y Fiel \(1988\)](#) y [Fiel et al. \(2012\)](#) también observaron una correlación negativa del TA y las variables de temperatura.

En cuanto a los géneros parasitarios, se pudo observar que el TA tuvo diferencias estadísticamente significativas entre periodos y por género ($p < 0,001$). Por lo tanto, se puede deducir que en general, durante el periodo invernal el desarrollo de los distintos géneros fue más lento en comparación a lo observado en los depósitos de primavera, verano y otoño. Por otro lado, el desarrollo de todos los géneros en estudio por depósito siempre se observó al mismo tiempo. Esto último, no coincide con lo descrito por [Fiel et al. \(2012\)](#) en la PH, quienes observaron que en épocas de otoño, invierno y primavera las primeras especies en desarrollarse fueron *T. axei.*, *O. ostertagi* y *Cooperia spp.*, mientras que en la época estival las primeras especies en desarrollarse fueron *Oesophagostomum spp.* y *H. placei*. Sin embargo, se observan coincidencias al referirse que la variable de mayor relevancia en el TA independientemente del género es la temperatura. Por lo expuesto, los resultados presentados se puede afirmar que el TA depende principalmente de la temperatura ambiental, ya que, la humedad presente en la MF es suficiente para que se pueda desarrollar las L3 independientemente del género en estudio.

En este trabajo se pudo observar que el desarrollo total de las L3 llevó un tiempo mayor al TA. Si bien se observaron diferencias en el TA en las parcelas, el TDT fue en términos generales de una semana mayor al TA, salvo en el caso de la parcela de julio en donde fue de unos 12 días. Por otro lado, se observaron diferencias en la TDF

dependiendo del periodo de depósito determinándose mayores valores de TDF en los meses de abril y octubre, observándose en el mes de febrero la menor TDF de los cinco depósitos en estudio. Por lo tanto se puede deducir que en épocas de otoño, primavera y verano el desarrollo total ocurre aproximadamente a los 15 días mientras que en épocas invernales sucede aproximadamente a los 45 días. Lo observado en las épocas cálidas coincide con lo descrito por [Suarez y Lorenzo \(2000\)](#) en la época estival al oeste de la Pampa, quienes determinaron un desarrollo total de entre 15 y 21 días.

Tasa de desarrollo

Es importante destacar, la alta correlación negativa observada entre el HPG MS de la MF de los depósitos y la TDF (r^2 : -0,78). En cuanto a esto, la parcela de febrero fue la que mayor valor de HPG MS y por lo tanto, podría explicar, por lo menos en parte, el bajo valor de TDF observado en este trabajo. A su vez, al observar la TDF de la parcela de octubre, se pudo determinar que esta fue la mayor en comparación con los 5 depósitos en estudio, siendo que fue la que menor HPG MS tenía. En cuanto a la correlación observada en la TDF de los géneros parasitarios, tiene las mismas apreciaciones presentadas para las L3 totales, salvo en el caso de *H. placei* y *O. ostertagi*, donde no se observaron diferencias y en el caso de *T. axei*., en donde esta fue una correlación de tipo positiva. Por lo tanto, y tomando en cuenta que esta correlación se observó de forma negativa en *C. punctata*, *C. pectinata* y *Oesophagostomum* spp. y que las especies de *Cooperia* spp. fueron las más prevalentes a lo largo del estudio, se puede presumir que la correlación negativa de las TDF de las L3 y el HPG MS están dadas por las TDF de las dos especies de *Cooperia* spp. analizadas en este trabajo. Esta correlación coincide con lo descrito por [Rossanigo y Gruner \(1995\)](#), quienes determinaron, por medio de un experimento en donde se evaluó el desarrollo de huevos de diferentes NGI en MF bovina, ovina y de ciervo, que las mayores tasas de desarrollo no dependieron, y por ende no estuvieron relacionadas, a una mayor concentración de huevos en la MF.

Con respecto a lo descrito previamente, es importante destacar, que la correlación de HPG MS en relación a las cargas de L3 Kg MS MF obtenidas al momento de considerar el TDT, mostraron una correlación positiva con la cantidad de huevos depositados. Por lo tanto, si bien en algunos de los géneros parasitarios se puede observar una correlación negativa, se puede decir que a medida que se depositen más HPG la cantidad de L3 Kg MS MF siempre va a ser mayor. En cuanto a las correlaciones con variables medio ambientales, en el caso de la TDF no se observó correlación con la Tmed, Tmax y Tmin. Esto último, no coincide con lo descrito por [Rossanigo y Gruner](#)

(1994), quienes observaron que la temperatura es el factor más importante en la tasa de desarrollo de los huevos de NGI bovinos, seguido del contenido de humedad de la MF.

Más allá de las correlaciones de la TDF con las distintas variables en estudio, es importante remarcar las observaciones de [Ciordia y Biseel \(1963\)](#). Dichos autores observaron en un trabajo de embriogénesis y desarrollo de huevos de distintos NGI que una parte de los huevos no se desarrollaron y murieron en distintas etapas del estudio por causas desconocidas concluyendo que existe una considerable variedad en la capacidad de adaptación a las condiciones ambientales a las cuales sean expuestos los huevos de NGI. Por lo tanto, hay un porcentaje no determinado de las TDF, que puede variar en relación a dicha condición de adaptación en las poblaciones en estudio.

En cuanto a las TDF de los géneros parasitarios en estudio, en *H. placei* la temperatura incide de forma directa en su TDF, determinándose que a medida que la temperatura disminuye, también lo hace su TDF. A su vez también se observó una correlación negativa con el % Evaporación (valor $p < 0,05$). Por otro lado, se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar la TDF de *H. placei* entre periodos ($p < 0,001$). En cuanto a esto último se pudo observar que los mayores valores de TDF fueron observados en el depósito de abril.

Las correlaciones descritas para *H. placei* coinciden con las observadas por [Rossanigo y Gruner \(1994\)](#), en donde determinaron una correlación positiva entre el desarrollo de huevos de *H. placei* y la Tmed. A su vez, [Fiel et al. \(2012\)](#) y [Suarez y Lorenzo \(2000\)](#) coinciden con lo descrito por [Rossanigo y Gruner 1994](#) y [Rossanigo \(1999\)](#) con lo observado en este trabajo, en donde *H. placei* demostró una tasa de desarrollo mayor en las épocas de mayores temperaturas. Por otro lado y en cuanto a la correlación con la temperatura, algunos trabajos realizados con *H. contortus* también describen este tipo de correlación. Uno de estos trabajos fue realizado por [Bessier y Dunsmore \(1992\)](#), quienes sostienen que el desarrollo de *H. contortus* es mayor en épocas con temperaturas máximas mayores los 16°C, y que por lo tanto en épocas con temperaturas menores la Tasa de desarrollo tiende a ser menor. Sin embargo, se observó que si la deposición de huevos de *H. contortus* se realiza en un momento de temperatura elevada, la mortalidad de dichos estadios puede ser elevada, no así en el caso de que ese suceso de altas temperaturas ocurra con las L3 desarrolladas. En cuanto a la sensibilidad del estadio de huevo de *H. contortus*, en otro trabajo [Todd et al. \(1976\)](#), demostró que temperaturas por debajo de los 4 ° C pueden ser letales para los huevos de *H. contortus*. Por otro lado, tomando en cuenta la humedad de la MF [Bessier](#)

y [Dunsmore \(1992\)](#), coinciden en que un menor contenido de agua en la MF tiene una correlación negativa con la TDF de *H. contortus*. En referencia a lo expuesto, la TDF de *H. placei* fue mayor en épocas con climas más templados que calurosos (abril), ya que si bien existe un buen desarrollo a temperaturas más altas, si los huevos son expuestos a condiciones de temperaturas elevadas es muy probable que no lleguen a ser viables de desarrollo y por lo tanto la TDF no sea la esperada.

En el caso de *C. pectinata* y *C. punctata*, la variable que más correlación se observó con su TDF fue la humedad ($p < 0,05$). Sin embargo, se observó que las mayores TDF resultaron en los meses que mayor promedio de Tmed presentaron. Esto último coincide con lo descrito por [Rossanigo y Gruner \(1994\)](#) quienes determinaron que el factor más importante en el desarrollo de *Cooperia* spp. está en la T_{max}. Las mismas consideraciones se observaron en un trabajo realizado por [Ahluwalia y Charleston \(1974\)](#) que determinaron la tasa de desarrollo de *Cooperia curticei* observando una correlación positiva con la temperatura. Por lo tanto, se puede decir que la TDF es mayor bajo condiciones de temperaturas cálidas.

En el caso de *O. ostertagi*, su TDF mostró una correlación positiva con la humedad y una correlación negativa con la temperatura. Esto en principio no coincide con lo descrito por [Rossanigo y Gruner \(1994\)](#) quienes no observaron correlaciones entre la tasa de desarrollo de *O. ostertagi* y las variables climáticas relacionadas con la temperatura y humedad. A su vez, tampoco coincide con lo expuesto por [Pandey \(1974\)](#), que describió la dinámica de los estadios de vida libre de *O. ostertagi* en Berseel, Bélgica y determinó que la tasa de desarrollo fue más rápida y en mayor medida en el verano. Esta última diferencia, puede relacionarse al clima templado-frío de Bélgica, en contraste con el clima subtropical característico del VDL.

En el caso de la TDF de *Oesophagostomum* spp. no se observaron correlaciones de relevancia con las variables ambientales en estudio, incluyendo el HPG MS. Sin embargo, se pudo observar que las mayores TDF resultaron en los periodos más cálidos (primavera-verano). En cuanto a esto [Rose y Small \(1980\)](#) observaron que el mejor desarrollo de *Oesophagostomum dentatum* se observó bajo condiciones de temperatura y humedad restringidas, determinando una tasa de desarrollo mayor cuando la es más alta.

Por último, *T. axei* fue el único género parasitario que demostró una correlación positiva con el HPG MS, no observándose otra correlación ambiental de relevancia. Esto coincide con lo descrito por [Ciordia et al. \(1966\)](#), quien inoculó conejos con larvas de *T. axei* cultivados a distintas temperatura, observando una mayor recuperación de *T.*

axeí adultos de los conejos inoculados con cultivos mantenidos a 10 °C que aquellos a 25 °C. Por lo cual se puede presumir que el desarrollo de *T. axeí*. sucedería bajo condiciones de temperaturas más bajas.

Por lo expuesto se puede inferir que en este trabajo, la variable que mayor correlación demostró con la TDF fue el HPG. Sin embargo, al analizar las distintas correlaciones dentro de los géneros se puede determinar que las variables térmicas tienen una incidencia muy alta en la TDF de las L3 en la MF.

Tiempo de permanencia en materia fecal

Los TPMF observados determinaron que las L3 depositadas en las épocas de lluvias (diciembre-febrero-abril) no logran sobrevivir a la época de sequía. Sin embargo, las L3 depositadas en la época de sequía (julio-octubre) logran sobrevivir a dichas condiciones y llegar, aunque en bajas cargas, a la época de lluvia funcionando como pie de infección. Por lo tanto, según lo observado en este trabajo se puede decir que las épocas con mayores temperaturas son las que menor probabilidad de supervivencia de L3 presentan con respecto a las épocas de menor temperatura. Esto último podría estar debido a una desecación más lenta de la MF y por ende menor efecto de desecación de las L3.

Los resultados presentados en este trabajo coinciden con lo observado en otras regiones del país. Uno de estos trabajos fue realizado por [Fiel et al. \(2012\)](#), en la Pampa Húmeda, en el que determinó la supervivencia de L3 en la MF a lo largo del año. En dicho trabajo, se estableció que las L3 depositadas en los MF en el primer semestre del año, no llegan a sobrevivir las condiciones climáticas del verano y por lo tanto no llegan a infestar a los animales del ciclo productivo del año siguiente. Sin embargo, las L3 que se depositan en el segundo semestre del año, si bien no tienen la carga de contaminación que las depositadas en el primer semestre, poseen como relevancia epidemiológica que logran sobrevivir a las condiciones climáticas del verano funcionando como pie de infestación para el próximo ciclo de producción.

En el caso de la Región Pampeana semiárida el TPMF descrito por [Suarez \(2001\)](#) en un trabajo realizado en la época otoño-invernal, fue de 177 días (promedio) en la materia fecal depositada en el otoño, no observándose desarrollo más allá de mediados de primavera, en el invierno de 292 días (promedio), observándose un TPMF máximo de 369 días, alcanzando las L3 a llegar hasta el invierno siguiente en un número reducido. En la misma región, [Suarez y Lorenzo \(2000\)](#) describieron TPMF en la materia fecal depositada en el periodo de primavera-verano determinando que la recuperación

de L3 de las MF depositadas en el mes de octubre sobrevivieron hasta el invierno siguiente con un TPMF de 283 días, siendo éste el mayor TPMF registrado en el trabajo. En cuanto a las L3 en los depósitos realizados a principios de verano las L3, persistieron en la MF hasta finales del invierno - principios de la primavera. Por otro lado, [Descarga \(2001a\)](#) al Sur de Córdoba describió que la sobrevivencia de L3 en las MF depositadas en la estación otoñal es de unos 180 días, teniendo a finales de otoño y principios de invierno un lapso 266 días. A su vez, las L3 depositadas en la MF desde mediados de primavera hasta mediados de verano, presentan una tasa de sobrevivencia menor por las altas temperaturas de dichas estaciones. Por último, [Rossanigo \(1999\)](#) determinó que el mayor TPMF se observó en los depósitos realizados en la época otoño-invernal, mientras que el menor TPMF se observó en los depósitos de la época primavera verano. Por lo tanto, estos trabajos coinciden en que las altas temperaturas de la época de primavera-verano generan una menor tasa de supervivencia de las L3 en la MF en relación a las tasas de supervivencia observadas en la época de otoño-invierno, la cual sería una época menos hostil para la supervivencia de las L3 en la MF.

Con respecto a lo expuesto sobre dinámica de supervivencia de las L3 del presente trabajo, las relaciones observadas coinciden con los trabajos realizados en la región. El trabajo realizado por [Suarez y Lorenzo \(2000\)](#) describe, que las L3 depositadas en la MF desde mediados de primavera hasta mediados de verano, presentan una tasa de sobrevivencia menor por las altas temperaturas de dichas estaciones y que esto, puede verse acrecentado en el caso de que estas estaciones se presenten con pocos registros de lluvias. Por otro lado, también coincide con lo descrito por [Rossanigo \(1999\)](#), quien determinó que en la época de verano, la variable de mayor relevancia en cuanto a la tasa de supervivencia de las L3 fueron las precipitaciones y en el otoño invierno, la variable más importante fue la humedad relativa. A estas conclusiones, [Suarez \(2001\)](#) agrega como factor de relevancia la desintegración de la MF por el efecto mecánico de las lluvias como un factor importante para la supervivencia de las L3 en la MF. En cuanto a esto último, los depósitos que más sufrieron dicha descomposición fueron los de diciembre y febrero y por lo tanto podría ser una de las variables que inciden en sus medianas de supervivencia. A su vez, [Fiel et al. \(2012\)](#), coinciden en que el verano es la época más hostil para la supervivencia de las L3, esto dado por las altas temperaturas con menores precipitaciones y a que en la Pampa Húmeda la pastura en el verano, por una menor tasa de crecimiento es más baja permitiendo que las MF estén más expuestas a la radiación solar y por ende genere un efecto negativo en las L3 de la deposición fecal. Por último, otro factor de relevancia relacionada a la temperatura ambiental y la supervivencia de las L3 en la MF, está ligada

a la actividad de las L3 y sus limitadas reservas energéticas observándose una mayor actividad de L3 en periodos de temperaturas más altas, con un consumo de reservas mucho más rápido que en condiciones ambientales más frías (Rossanigo, 1999).

En relación a los géneros parasitarios presentes en este trabajo, la mayor TPMF fue observada en las dos especies de *Cooperia* spp. presentes en el estudio. Analizando los resultados entre periodos, *C. pectinata* y *C. punctata* siempre estuvieron en las especies que mayor TPMF presentaron y por lo tanto se puede presumir que este género que soportan mejor las condiciones de desecación de la MF. A su vez, con respecto a las demás especies, se pudo observar que *H. placei* soporta mejor las condiciones ambientales cálidas. Esto último pudo observarse en el análisis de correlación en donde se observó una correlación de tipo positiva entre el TPMF y la Tmed y Tmin (r^2 : 0,63) y la Tmax (r^2 : 0,75). Por otro lado, *O. ostertagi*. y *T. axei*. demostraron tener una mejor adaptación a los climas fríos. Esto también pudo observarse en el análisis de correlación en donde se observó una correlación de tipo negativa entre el TPMF y la Tmed y Tmin tanto en *T. axei*. (r^2 :-0,56) y *O.ostertagi* (r^2 : -0,6) para ambas variables para cada especie.

En principio, lo observado con el mayor TPMF de los géneros de *Cooperia* spp. sobre el resto coinciden con lo descrito por Rose (1963), quien determinó un periodo de supervivencia de *Cooperia oncophora* por 2 años dentro de la MF. A su vez, estos datos también coinciden con lo descrito por Rossanigo (1999), en donde observó que los géneros que más permanecieron en la MF fueron *Cooperia* y *Haemonchus*, observando que el primero fue el único género que sobrevivió a las condiciones adversas del verano. Además, Suarez y Lorenzo (2000) y Suarez (2001), también consideraron a *Cooperia* como el género más persistente. En cuanto a los otros géneros, los datos observados en este trabajo coinciden con lo descrito por Suarez (2001) en cuanto a la mayor persistencia de *O. ostertagi* en periodos climáticos más fríos y menor en épocas de mayor temperatura y con Rossanigo (1999) y Suarez y Lorenzo (2000) sobre *H. placei*, quienes demostraron mejores aptitudes para sobrevivir en épocas cálidas como lo son la primavera y el verano que en épocas de temperaturas más bajas, mediados de otoño en adelante hasta fines de invierno. Lo observado tanto para *T. axei*., como para *O. ostertagi*, coincide con lo descrito por Suarez y Lorenzo (2000), en donde determinaron que las condiciones climáticas de altas temperaturas no eran favorables para la supervivencia de las L3 de *O. ostertagi* en la MF y que las condiciones climáticas más frías eran mejores para la supervivencia de las L3 tanto de *T. axei*. como de *O. ostertagi*. Además, Suarez (2001), determinó que la mayor

recuperación de L3 de *O. ostertagi* fue en la época invierno-otoñal, observando en el caso e *T. axei* una gran recuperación de L3 en la época primaveral.

La relevancia epidemiológica de lo observado y contrastado con la bibliografía disponible a nivel nacional, permite determinar que los periodos de menores temperaturas son más favorables para la supervivencia de las L3 en la MF. Esto puede estar debido a que la MF puede retener de manera más eficiente la humedad (por las bajas T°) y por lo tanto ofrecer condiciones de humedad más favorables por una mayor cantidad de tiempo y con una disminución más paulatina de la humedad que las MF depositadas en épocas de mayor temperatura. A su vez, la actividad de las L3 es menor en temperaturas más bajas y por lo tanto las reservas nutricionales en las células intestinales se consumen más lentamente.

Traslación de L3 a la pastura

La llegada de las L3 al pasto, tuvo una gran correlación con las variables relacionadas con las lluvias y/o el % Evaporación de la MF. Por lo que se pudo observar que el TAP, fue menor en los depósitos de las épocas de lluvias, y/o cercanos a estas, observándose lo contrario en los depósitos realizados en las épocas de sequía. Esta relación entre la contaminación de las pasturas con L3 provenientes de la MF ha sido descrito por una gran cantidad de trabajos. [Fiel et al. \(2012\)](#) describieron que en los meses más cálidos la MF por mayor temperatura y menor humedad relativa se deseca formando una costra más firme que en otras épocas del año y por lo tanto la migración de las L3 hacia las pasturas es más dificultosa. Una situación similar ocurre en el NOA en las épocas primaverales, en donde los registros de PP son los más bajos del año, la humedad relativa promedio es la más baja y también se registran temperaturas promedio alta. Por otro lado, se corrobora lo descrito por [Grønvold \(1987\)](#) y [Grønvold y Høgh-Schmidt \(1989\)](#) en relación a la participación de las lluvias en la traslación de las L3 de la MF al pasto, siendo estas el estímulo más importante para que se produzca la contaminación de las pasturas con L3 de NGI.

En este trabajo, se pudieron observar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) dependiendo de la época de depósito. La primera diferencia de relevancia se observó en la parcela de abril, en donde el TAP no pudo ser determinado debido a que no se observaron L3 en el pasto de dicha parcela. Esto debido seguramente a que tampoco se registraron precipitaciones considerables durante la permanencia de las L3 en la MF y por lo tanto, podría ser considerado como el principal factor limitante. Sin embargo, en la parcela experimental de abril que se utilizó para poner a punto las

técnicas de laboratorio y el muestreo tanto de pasto como de MF en el mes de abril de 2019, se observó que una mínima carga de L3 pudo llegar al pasto de su respectiva parcela y por lo tanto, podría funcionar como un pequeño pie de infección para los animales en esa época del año. Por lo tanto, se podría considerar que la importancia de dicha parcela en la epidemiología del ciclo, depende en gran parte de las variaciones pluviales del mes de abril y de la carga de HPG de la MF en la pastura. Esta última, puede determinar la función de las L3 como pie de infección y futuro refugio en los meses posteriores o, en casos de alta carga de HPG, no solo como un pie de infección sino también como una fuente de L3 capaces de generar un impacto productivo en el lote. En las demás parcelas, observar que la mayor TAP se produjo en la parcela de julio (117 días).

Por lo expuesto previamente, en la parcela de julio, dicho TAP pudo estar debido a que el comienzo de las PP se observaron en los meses de noviembre. Sin embargo, en este caso se necesitaron de dos precipitaciones de más de 20 mm para que las L3 llegaran al pasto. En cuanto a esto, la comparación con la parcela de octubre, nos demostró la relevancia del % Evaporación, y por ende del índice LL/MS, al momento de la lluvia para transportar las L3 de la MF hacia el pasto. Esto último surge, a partir que las L3 desarrolladas en el depósito de octubre no solo tuvieron un TAP mucho menor con respecto a la parcela de julio, sino que además considerando la cronología del trabajo, llegaron antes que las L3 de la parcela de julio (4-11-19 octubre/2-12-19 julio). Se puede observar que el % Evaporación de los depósitos de julio, fue decreciendo de forma muy marcada en los meses de octubre (80,6%), noviembre (69,9%) y el mes de diciembre (49,5%). Por lo tanto, se puede presumir que en el mes de diciembre se alcanzó un % Evaporación óptimo para permitir la migración de L3 desde la MF hacia la pastura en comparación a lo observado en los meses previos. Por otro lado, en las parcelas depositadas en los periodos de lluvia (diciembre/febrero), también se observaron TAP menores a los observados en julio.

En lo que respecta a los tiempos de aparición en pasto observados en los depósitos realizados en épocas de lluvia (octubre, diciembre y febrero), los mismos coinciden con las descripciones de [Suarez y Lorenzo \(2000\)](#). Estos últimos describen un TAP de 15 a 30 días en las contaminaciones de verano en la Pampa central. En cuanto a los TAP de invierno (julio), los resultados no coinciden con lo descrito por [Lovera \(2008\)](#) y [Descarga y Urbani \(2012\)](#) en la provincia de Córdoba. En dichos trabajos, se observó en MF depositada en el mes de julio un TAP de 29 a 35 días ([Lovera, 2008](#)) y de 31 y 34 días ([Descarga y Urbani, 2012](#)). Por otra parte, tampoco coincide con lo descrito por [Suarez \(2001\)](#), el cual determinó un TAP de 14-20 días al

inicio del otoño y de 25-53 días en el invierno luego del depósito. Por último, los TAP descriptos por [Fiel et al. \(2012\)](#) fueron en general de entre 70 y 90 días post-desarrollo. Si bien coinciden con el TASPT descrito para la parcela de julio, no coinciden con los observados en los depósitos restantes del trabajo.

Tasa de migración (TM)

La TM tuvo diferencias significativas al comparar el periodo de depósito ($p < 0,01$). En términos generales las contaminaciones realizadas en las épocas de lluvias fueron las que mayor TM obtuvieron (Diciembre/Febrero). La mayor cantidad L3 Kg MS pasto, se observaron en la muestra tomada a 25 cm de la MF en comparación con la muestra tomada a 60 cm ($p < 0,0001$). Este resultado coincide con los obtenidos por [Boom y Sheath \(2008\)](#) quienes determinaron en un estudio de migración de L3 de nematodos bovinos, que el mayor porcentaje de las L3 recolectadas se encontraban a una distancia desde los 0 a 20 cm de la MF.

En cuanto a los depósitos de primavera-verano, [Suarez y Lorenzo \(2000\)](#), describen que la recuperación de L3 de la pastura varió según las distintas condiciones climáticas. En términos generales, coincide con lo descrito en este trabajo, ya que los autores describen que las L3 pudieron ser recuperadas después las lluvias. Sin embargo, observaron que en la recuperación de L3 de las MF depositadas en primavera y verano tienen su mayor recuperación hacia principio del otoño. Esto último contrasta con lo observado en este trabajo debido a que en las deposiciones de primavera verano, la recuperación comienza desde fines de primavera hasta principios del otoño. A su vez, describe una muy escasa recuperación de L3 provenientes del depósito de enero. En cuanto a esto último, si bien en este trabajo no se realizó un depósito de enero, en base a lo observado en el depósito de diciembre y en el de febrero, se puede presumir que en dicho mes en el VDL la traslación de L3 desde la MF hacia el pasto sería mucho mayor que en lo descrito por [Suarez y Lorenzo \(2000\)](#). En esta época, [Rossanigo \(1999\)](#) describe que si bien se observa un pico de L3 a principios de primavera, la recuperación de L3 desde la MF hacia el pasto desde fines de primavera hasta principios de otoño es muy baja no observándose traspaso de L3 en el depósito de diciembre. Esto último, contrasta con lo observado en este trabajo, ya que el depósito de diciembre fue uno de los que mayor TM tuvo con respecto a los otros depósitos. Por último, los trabajos realizados en la Pampa húmeda, coinciden que en esta época la traslación de L3 hacia la pastura es menor que la observada en otras épocas debido a la resequedad de la MF y la formación de una costra que dificulta la traslación de las L3 hacia la pastura ([Ferreyra et al., 2002](#); [Fiel et al., 2012](#); [Fiel et al., 2013](#)).

En el caso de los depósitos otoño en la Pampa Central, [Suarez \(2001\)](#), describió que el 30,5% de las L3 originadas en el otoño son trasladadas al pasto en los 50 días post-depósito. A su vez [Rossanigo \(1999\)](#) describió una gran traslación de L3 a mediados del otoño. Mientras que los estudios de la PH describieron una gran traslación de las L3 desde principios del otoño hasta fines de invierno ([Ferreyra et al., 2002](#); [Fiel et al., 2012](#); [Fiel et al., 2013](#)). En cuanto a lo observado en los depósitos otoñales se puede llegar a presumir una coincidencia parcial. Esto debido a que los resultados descriptos por [Suarez \(2001\)](#) están basados en depósitos realizados en marzo y en abril, y en este trabajo solo se dispone información relacionada a la parcela de abril. Sin embargo, y tomando en cuenta lo observado en la parcela experimental de prueba de abril del 2019, se observó una llegada rápida de L3 al pasto aunque en baja proporción. Por lo tanto, tomando en cuenta lo observado en las parcelas de abril y en la parcela de febrero en los meses de marzo, se podría considerar la posibilidad de una TM rápida en el supuesto caso de un depósito de marzo que en estos trabajos.

En el caso de los depósitos invernales, [Suarez \(2001\)](#), observó que el mayor porcentaje de las L3 originadas en estos depósitos, si bien presentaban cierta irregularidad por la dinámica de las PP, se observaba entre 80 y 100 días post-depósito. Por otro lado, [Rossanigo \(1999\)](#), describieron un pico de L3 en la pastura con el inicio de las lluvias de primavera, por lo tanto se deduce que durante el invierno la TM es escasa, observándose el mayor momento de traslación de L3 originadas en la MF de invierno hacia la primavera. Otros estudios llevados a cabo en el Sudoeste de la provincia de Córdoba, concuerdan en que en el invierno la traslación de L3 de la MF depositada en invierno hacia la pastura tarda más de dos meses ([Lovera et al., 2006](#); [2008](#)). Sin embargo, [Descarga y Urbani \(2004\)](#) describen en el sudeste de esta provincia una gran traslación de L3 desde los depósitos de invierno al pasto a mediados de dicha época.

La TM observada en este trabajo, no concuerda con la observada en otros trabajos, ya que, en el caso del depósito de julio, la mayor traslación de L3 se observó hacia fines de primavera (diciembre). A su vez, en el caso de los depósitos de verano (diciembre/febrero), en otras regiones del país, generalmente la traslación de L3 es mucho menor en comparación a la observada en el presente trabajo, por lo tanto, esta dinámica se puede tomar como una característica importante y particular del área de estudio. Además, también difiere con lo observado en la parcela de abril, ya que, en este caso la TM fue nula, mientras que en los trabajos citados se observó una rápida y gran traslación de L3 al pasto desde inicios de otoño. Sin embargo, y tomando en cuenta lo observado en la parcela experimental de prueba de abril 2019 (realizada previo al

comienzo del ensayo), se pudo observar una pequeña traslación de L3 a la pastura funcionando como una mínima fuente de infestación para los animales y por lo tanto se puede deducir que dependiendo de las condiciones climáticas los depósitos pueden llegar a tener, aunque pequeña, cierta relevancia en el ciclo biológico de los NGI en el VDL.

Tiempo de permanencia en pasto

EL TPP presentó diferencias estadísticamente significativas entre periodos ($p < 0,001$). Al comparar las medias de los TPP entre periodos se observó que los mayores valores ocurrieron en las L3 originadas en los depósitos de la época de lluvia o cercanas a ésta, observándose en el caso de las L3 originadas en depósitos en épocas de sequía un tiempo de permanencia menor. Esto puede deberse a la gran correlación positiva existente entre el TPP con la TM, que fue mayor en los depósitos de las épocas de sequía y también con los índices LL/MS y las PA. Por lo tanto, se puede determinar que las condiciones de sequía (invierno-primavera) son las más desfavorables para TPP de las L3 y que las condiciones observadas en las épocas de lluvia (verano-otoño) son las más favorables tanto para su supervivencia como para su desarrollo y por lo tanto podrían considerarse las más riesgosas para el ganado en pastoreo.

Los resultados descriptos en este trabajo, no coinciden con lo observado por otros autores en otras regiones del país, en donde se describió que la mortalidad de L3 en la pastura en la época de verano es más alta que en otras épocas debido a las altas temperaturas (Rossanigo, 1988; Suarez *et al.*, 1990; Fiel *et al.*, 1994; Rossanigo, 1999; Suarez y Lorenzo, 2000; Suarez, 2001; Ferreyra *et al.*, 2002; Fiel *et al.*, 2012). En este trabajo se observó una dinámica de supervivencia distinta, teniendo al verano como una época menos hostil para las L3 en la pastura en comparación con otras épocas del año. Esto debido a que en el verano se presenta la mayor concentración de lluvias en la región del NOA y por lo tanto, no sólo se presentan condiciones de humedad mucho mejores para la supervivencia de las L3 en la pastura, sino que a su vez, la traslación de las L3 a la pastura es mayor y por lo tanto, también la disponibilidad de L3 Kg MS pasto.

En cuanto al perfil de los géneros parasitarios presentes en la pastura, se pudo observar en términos generales bastante similitud con lo observado en la MF. Los géneros que más sobrevivieron en la pastura fueron las dos especies de *Cooperia* presentes en la MF utilizada como contaminante en este estudio. El género que le siguió en resistencia ambiental fue *H. placei*. Por lo tanto, dichos géneros parecerían tener una buena adaptación a los climas cálidos y a su vez a la presencia de humedad. Esto último,

puede verse reflejado en el análisis de correlación en donde se observaron correlaciones positivas tanto para la Tmed como para la humedad ambiental. A su vez también tienen una correlación muy importante con las PA, el índice LL MS y la TM.

En el caso de *Cooperia* estos datos coinciden con lo descrito en otros trabajos a nivel nacional (Rossanigo, 1999). La mayoría de los trabajos describen a *O. ostertagi* como el segundo género en importancia a nivel de supervivencia de pastura. Sin embargo, no es coincidente con lo observado en este trabajo, ya que la mediana de supervivencia fue mayor para *H. placei* que para *O. ostertagi*. Esta diferencia, puede estar debida a que en los trabajos realizados y donde fueron llevados a cabo estos estudios, la prevalencia de *O. ostertagi* fue mucho mayor a la observada en el presente trabajo (Rossanigo, 1999; Ferreyra et al., 20002; Fiel et al., 2012; 2013). En cuanto a esto último es importante destacar que en dos de las cinco parcelas no se observó la presencia de *O. ostertagi* y por lo tanto la disponibilidad de L3 también fue menor. Por otro lado, tomando en cuenta la dinámica de las L3 en la pastura en el trabajo, y considerando que *O. ostertagi* se adapta mejor a los climas templado fríos (Fiel et al., 2012), los momentos en donde se observó la mayor migración de L3 hacia las pasturas no fueron los más adecuados para *O. ostertagi* y si para otros géneros que se adapten mejor a condiciones ambientales más cálidas como lo es el género *Cooperia* spp. y *H. placei*

En cuanto a la dinámica de las L3 en las pasturas, la disponibilidad de L3 Kg MS pasto (acumuladas) a lo largo del muestreo demostró que los mayores niveles de L3 se observaron desde principios de verano hacia mediados de otoño. Esta acumulación de L3 está relacionada, como se dijo previamente, a los periodos de lluvias estivales característicos de la región. Por otro lado, el aporte de L3 de los depósitos hacia las pasturas mostró dos picos bien marcados. El primero originado en los depósitos de la época de sequía (abril a noviembre), se presentó con un pico de fines de primavera para disminuir paulatinamente hasta el mes de marzo. El segundo, originado en las L3 trasladadas desde los depósitos de verano, mostró un pico hacia principios de otoño de mayor magnitud para disminuir paulatinamente hasta fines de invierno.

La dinámica descrita en este trabajo, coincide, en parte, con las observaciones descritas en la región de la Pampa Central por Suarez et al. (1990) y Suarez (1990a), quienes determinaron por medio de terneros “tracers” el patrón de disponibilidad de L3 en una pastura en el oeste de la Pampa. En dicho trabajo, se observó que la mayor disponibilidad de L3 en la pastura obedecía a un pico de L3 en el otoño, siendo la disponibilidad más reducida durante el verano. Posteriormente, en la misma región y por

medio de estudios de comportamiento de estadios de vida libre, [Suarez y Lorenzo \(2000\)](#) y [Suarez \(2001\)](#) describieron dos picos de acumulación de L3 en la pastura, el primero al principio del otoño y un segundo hacia principios de primavera. Los trabajos expuestos previamente, coinciden con lo descrito por [Rossanigo \(1999\)](#) en San Luis en donde también se observa un pico de L3 a principios otoño y un segundo pico a principios de primavera. En trabajos realizados al sur de Córdoba, describen un patrón de disponibilidad similar de L3 en las pasturas, demostrando una gran cantidad de L3 durante el otoño y un segundo pico de disponibilidad a principios de primavera ([Rossanigo et al., 1988](#); [Descarga, 2001a](#); [2001b](#)). Por último, trabajos realizados en la Pampa húmeda, describen una gran disponibilidad de L3 en la pastura en el periodo otoño-invernal decreciendo hacia el verano ([Ferreira et al., 2002](#); [Fiel et al., 2012](#)).

Las observaciones de este trabajo coinciden con los descriptos previamente de forma parcial con un pico de principios de otoño cuyo origen fueron los depósitos de diciembre y febrero mayormente y no los de abril. A su vez, el pico descrito en primavera en dichos trabajos es más temprano (septiembre) que el observado en esta experiencia, en la cual se observó a fines de primavera (diciembre).

5. CONCLUSIONES

A partir de los presentes resultados se puede resaltar la relevancia epidemiológica de los depósitos, que a partir de la época en que fueron colocados se puede inferir sobre el posible impacto de los NGI en los bovinos del Valle de Lerma. Esta evidencia estaría sustentada en las siguientes conclusiones:

- El tiempo de desarrollo de huevo a L3 fue mayor en el depósito de invierno (28 días) cuando las temperaturas fueron bajas y menor en el resto de los depósitos realizados bajo las temperaturas más altas (9-10 días).
- La tasa de desarrollo en la materia fecal fue inversamente correlacionada con el número de huevos en heces.
- En cuanto a la relevancia epidemiológica de los depósitos, se puede concluir en base al TPMF y a la dinámica de la TM que estos tienen distinta importancia en el ciclo de los NGI de acuerdo a la fecha de deposición.
- La permanencia de L3 en materia fecal fue más prolongada en el depósito de julio, en pleno período seco, las cuales las cuales sobrevivieron hasta el comienzo del período de lluvias.
- El tiempo de traslado de L3 a las pasturas (TM) fue mayor en los depósitos que sufrieron las precipitaciones más elevadas.
- Se evidenciaron los niveles más altos de TPP de aquellas L3 trasladadas durante el período de lluvias, evidenciando que la mayor infectividad está presente desde mediados del verano hasta mediados de otoño.
- Dependiendo de la dinámica de las lluvias, en el caso de otoños secos, el depósito de abril puede tener una relevancia epidemiológica menor, ya que se evidenció que sin precipitaciones la TM fue nula
- Los principales géneros de parásitos presentes fueron *Cooperia*, *Haemonchus* y *Oesophagostomum*, evidenciando su mejor adaptación a la región del VDL. Por otro lado se observó que las especies del género *Cooperia* (*Cooperia pectinata* y *C.*

punctata) fueron las que más tiempo persistieron en el ambiente, demostrando una gran capacidad de resistencia a las condiciones ambientales bajo las cuales fue llevado a cabo este estudio. En el caso de *Haemonchus* y *Oesophagostomum*, se observó una mejor adaptación de estos durante el período de lluvia con temperaturas más cálidas.

- A partir de los resultados obtenidos en este trabajo es posible establecer que las épocas de verano y otoño son las épocas en donde el control estratégico de los NGI debe estar apuntado a evitar las pérdidas productivas más importantes.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre D.H; Cafrune M. 2013. Epidemiología de los nematodos gastrointestinales en la región del NOA. En: Nari, A., Fiel, C.A. (Eds.), Enfermedades Parasitarias de Importancia Económica en Bovinos. Bases Epidemiológicas para su Prevención y Control. Hemisferio Sur: Montevideo. pp.113-130.
- Ahluwalia, J.S.; Charleston, W.A.G. 1974. Studies on the development of the free-living stages of *Cooperia curticei*. New Zealand Veterinary Journal. 22(10):191-195. DOI: <https://doi.org/10.1080/00480169.1974.34164>
- Ambrustolo, R. 1990. El control parasitario y su relación con parámetros de aptitud reproductiva en vaquillonas de reposición en la Pampa Húmeda (Argentina). Veterinaria Argentina. 7(62):90-98.
- Anderson, R.C. 1992. Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. CABI. Wallingford, Oxon, UK. pp 98-125.
- Anderson, N.; Hansky, J.; Titchens, D.A. 1981. Effects of *Ostertagia circumcincta* infections on plasma gastrin in sheep. Parasitology. 82(3):401-410.
- Anderson F.L.; Levine N.D. 1968. Effect of desiccation on survival of the free-living stages of *Trichostrongylus columbriformis*. Journal of Parasitology. 54(1):117-128. DOI: <https://doi.org/10.2307/3276885>
- Anziani O.S.; Caffè, G.; Cooper, L.; Caparros, J.; Mohn, C.; Aguilar, S. 2010. Parásitos internos y caprinos de leche. Parte 2. Estudios sobre la resistencia de los nematodos gastrointestinales a los antihelmínticos. INTA. Proyecto Lechero. Ficha Técnica N° 15. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/33-Resistencia-nematodos-a-antihelminticos.pdf
- Anziani, O.S.; Guglielmone, A.A.; Zimmerman, G.; Vazquez R.; Suarez V.H. 2001. Avermectin resistance to *Cooperia pectinata* in cattle in Argentina. Veterinary Records. 149(2):58-59. DOI: <https://doi.org/10.1136/vr.149.2.58>
- Armour, J. 1980. The epidemiology of helminth disease in farm animals. Veterinary Parasitology. 6(1-3):7-46. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(80\)90037-0](https://doi.org/10.1016/0304-4017(80)90037-0)
- Armour, J.; Ogbourne, C. 1982. Bovine ostertagiasis: a review and annotated bibliography. Farnham Royal, UK 93p.
- Barger, I.A. 1999. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. International Journal for Parasitology. 29(1):41-47. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(98\)00176-3](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(98)00176-3)
- Barger, I.A.; Lewis, R.J.; Brown, G.F. 1984. Survival of infective larvae of nematode parasites of cattle during drought. Veterinary Parasitology, 14(2):143-152. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(84\)90120-1](https://doi.org/10.1016/0304-4017(84)90120-1)
- Benedek, L. 1943. Untersuchungen auf Leberegeleierdurch Sedimentation. Magyar Allatorv Lapok. 66:139-141.

- Besier, R.B., 2012. Refugia-based strategies for sustainable worm control: Factors affecting the acceptability to sheep and goat owners. *Veterinary Parasitology*. 186(1-2): 2-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.057>
- Besier, R.B.; Dunsmore, J.D. 1993. The ecology of *Haemonchus contortus* in a winter rainfall region in Australia: the development of eggs to infective larvae. *Veterinary Parasitology*. 45(3-4):275-292. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(93\)90082-X](https://doi.org/10.1016/0304-4017(93)90082-X)
- Bianchi, A.R.; Bravo, G.C. 2008. Ecorregión Norandina: Descripción, subregiones, agroecosistemas, sistemas productivos y cartografía regional. Ediciones INTA. EEA Salta, 60 p.
- Boom, C.J.; Sheath, G.W. 2008. Migration of gastrointestinal nematode larvae from cattle faecal pats onto grazable herbage. *Veterinary Parasitology*. 157(3-4): 260-266. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.07.031>
- Castrillo, S.; Osinaga, R.; Elena, H.; Paoli, H. 2014. Adecuación a un SIG de las cartas de suelos del Valle de Lerma – Salta. *VisorGeoINTA* Recuperado de: <http://www.geointa.inta.gob.ar/2014/05/26/adecuacion-a-un-sig-de-las-cartas-de-suelos-del-valle-de-lerma-salta/>
- Ciordia, H.; Bizzell W.E.; Porter, D.A; Dixon, F.C. 1966. "The effect of culture temperature and age on the infectivity of the larvae of *Trichostrongylus axei* and *T. colubriformis* in rabbits and guinea pigs. *Journal of parasitology*. 52(5):866. DOI: <https://doi.org/10.2307/3276524>
- Ciordia, H.; Bizzell, W.E. 1963. The effects of various constant temperatures on the development of the free-living stages of some nematode parasites of cattle. *Journal of Parasitology*. 49(1):60-63. DOI: <https://doi.org/10.2307/3275675>
- Claerebout, E.; Vercruysse, J. 2000. The immune response and the evaluation of acquired immunity against gastrointestinal nematodes in cattle: a review. *Parasitology*. 120(7): 25-42. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182099005776>
- Corticelli, B.; Lai, M. 1964. La diagnosi di tipo d'infestazione nella strongilosi gastrointestinale del bovino in Sardegna con le larve infestive. Diagnosis of the infestation type in gastrointestinal strongylosis of cattle in Sardinia by differentiation of the infective larvae. *Veterinaria Italiana*. 15:190-213.
- Daffner, A.J.; Fiel, C.A.; Ambrustolo, R.R.; Bulman, G.M. 1990. Epidemiology of nematode parasitism in young cattle in the northeastern region of Argentina (Santa Fe province). In: Guerrero, J.; Leaning, W.H.D.; (Eds.), *Proc. Symp. Epidemiology of Bovine nematode Parasites in the Americas, in association with XVI World Buiatrics Congress, Salvador-Bahia, Brasil*. pp. 15-24
- Dayenoff, P.; Carrizo, H.; Bolaño, M.; Cáceres, R. 1996. Propuesta para el control de algunas parasitosis en el ganado caprino y su efecto en la productividad de la majada. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16(1):83.
- De Bustos, J.A.; Herrera, A. 1972. Primera información sobre parasitismo gastrointestinal en terneros del Valle de Lerma (Salta). *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)*. Serie 4. 10(1):1-8
- Descarga, C.O. 2001a. Dinámica de la contaminación de pasturas por nematodos gastrointestinales bovinos en invernadas con control antiparasitario. INTA EEA Marcos Juárez. *Información para Extensión* N° 67:9-16.
- Descarga, C.O. 2001b. Efectos epidemiológicos y productivos de una estrategia antihelmíntica durante tres ciclos de invernada pastoril. *Revista Medicina Veterinaria*. 82(3):139-150.

- Descarga, C.O.; Urbani, L.A. 2012. Dinámica de la nematodiasis gastrointestinal bovina en invernada con control antihelmíntico postergado en raigrás anual. *Revista de Medicina Veterinaria (Buenos Aires)*. 93(3-4):44-50.
- Descarga, C.O.; Urbani, L.A. 2004. Efecto del tratamiento antiparasitario sobre la oviposición y disponibilidad de larvas en pasto de nematodes gastrointestinales en invernada sobre raigrás anual. *Resúmenes 27º Congreso Argentino Producción Animal*. pp. 369-370.
- Dinaburg, A.G. 1944. Development and survival under outdoor conditions of eggs and larvae of the common ruminant stomach worm, *Haemonchus contortus*. *Journal of Agricultural Research*. 69(11):421-433.
- Durette-Desset, M.C. 1985. Trichostrongyloid nematodes and their vertebrate hosts: reconstruction of the phylogeny of a parasitic group. *Advances in Parasitology*. 24(3): 239-306. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60564-3](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60564-3)
- Durette-Desset, M.C. 1983. Key to genera of the Superfamily Trichostrongyloidea. In: Anderson, R.C. et al. *Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates 2009*. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1974-1983.
- Durette-Desset, M.C.; Hugot, J.P.; Darlu, P.; Chabaud, A.G. 1999. A cladistic analysis of the Trichostrongyloidea (Nematoda). *International Journal for Parasitology*. 29(7):1065-1086. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(99\)00028-4](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(99)00028-4)
- Durie, P.H. 1961. Parasitic gastroenteritis of cattle: the distribution and survival of infective strongyle larvae on pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 12(6):1200-1211. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR9611200>
- English, A.W. 1979. The epidemiology of equine strongylosis in Southern Queensland 1. The bionomics of the free-living stages in faeces and on pasture. *Australian Veterinary Journal*. 55(77): 299-305. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1979.tb00413.x>
- Entrocasso, C.M.; Parkins J.J.; Armour J.; Bairden K.; Mc Williams P.N. 1986a. Metabolism and growth in housed calves given a morantel sustained release bolus and exposed to natural trichostrongyle infection. *Research in Veterinary Science*. 40(1):65-75. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)30488-0](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)30488-0)
- Entrocasso, C.M.; Parkins, J.J.; Armour, J.; Bairden, K.; Mc Williams, P.N. 1986b. Production, parasitological and carcass evaluation studies in steers exposed to trichostrongyle infection and treated with a morantel bolus or fenbendazole in two consecutive grazing seasons. *Research in Veterinary Science*. 40(1):76-85. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)30489-2](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)30489-2)
- Ferreira, D.; Steffan, P.E.; Fiel, C.A.; González, F. 2002. Dinámica estacional y diaria en las pasturas de poblaciones de nematodes trichostrongilideos de bovinos. *Revista Investigación Agropecuaria*. 31(2):25-37.
- Fiel, C.A.; Steffan, P.E. 2013. Epidemiología de los nematodes gastrointestinales en la Pampa Húmeda. En: Nari, A., Fiel, C.A. (Eds.), *Enfermedades Parasitarias de Importancia Económica en Bovinos. Bases Epidemiológicas para su Prevención y Control*. Hemisferio Sur, Montevideo, pp. 35-36, 50, 67-94.
- Fiel, C.A.; Fernández, A.S.; Rodríguez, E.M.; Fusé, L.A.; Steffan, P.E. 2012. Observations on the free-living stages of cattle gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*. 187(1-2):217-226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.01.011>
- Fiel, C.A.; Steffan, P.E.; Ferreira, D.A. 2011. Diagnóstico de las parasitosis más frecuentes de los rumiantes. *Técnicas de diagnóstico e interpretación de resultados*. Abad Benjamín, Bs As. pp 15-64

- Fiel, C.A.; Samuel, P.; Steffan, P.E.; Rodríguez, G.; Salaberry, G. 2000. Resistencia de los nematodos Trichostrongylideos –*Cooperia* y *Trichostrongylus*– a tratamientos con avermectinas en bovinos de la Pampa Húmeda, Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria* (Buenos Aires). 81(4):310-315
- Fiel, C.A.; Daffner, A.; Álvarez, J. 1994. Epidemiología de los nematodos gastrointestinales en la región subtropical. En: *Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. Hemisferio Sur*. Montevideo, Uruguay. pp 115-129.
- Fiel, C.A.; Steffan, P.E.; Verces, H.; Ambrustolo, R.R.; Catania, P.; Casaro, A.P.; Entrocasso, C.M.; Blondani, C.A. 1988. Variación estacional del parasitismo interno de bovinos en el sudeste de la Prov. de Buenos Aires (Argentina) con especial referencia al fenómeno de 'hipobiosis'. *Revista de Medicina Veterinaria* 19(1):51-64.
- Gasbarre, L.C. 1997. Effects of gastrointestinal nematode infection on the ruminant immune system. *Veterinary Parasitology*. 72(3-4):327-343. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(97\)00104-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(97)00104-0)
- Giudici, C.; Entrocasso, C.; Steffan P.E. 2013. Biología, Fisiología e Inmunidad de los nematodos gastrointestinales y pulmonares. En: Nari, A.; Fiel, C.A. (Eds.), *Enfermedades Parasitarias de Importancia Económica en Bovinos. Bases Epidemiológicas para su Prevención y Control*. Hemisferio Sur, Montevideo, pp. 3- 19.
- Grønvold, J. 1987. A field experiment on rain splash dispersal of infective larvae of *Ostertagia ostertagi* (Trichostrongylidae) from cow pats to surrounding grass. *Acta Veterinaria Scandinavian*. 28(3-4):459-461. DOI: <https://doi.org/10.1186/BF03548617>
- Grønvold, J. 1984. Rain splash dispersal of third-stage larvae of *Cooperia* spp. (Trichostrongylidae). *Journal of Parasitology*. 70 (6):924-926. DOI: <https://doi.org/10.2307/3281640>
- Grønvold, J.; Høgh-Schmidt, K. 1989. Factors influencing rain splash dispersal of infective larvae of *Ostertagia ostertagi* (Trichostrongylidae) from cow pats to the surrounding. *Veterinary Parasitology*. 31(1):57-70. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(89\)90008-3](https://doi.org/10.1016/0304-4017(89)90008-3)
- Gordon, H.M. 1973. Epidemiology and control of gastrointestinal nematodes of ruminants. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*. 17:395-437.
- Gruner, L.; Raynaud, J.P. 1980. Technique allge de prevements d'herbe et de numeration, pour juger de l'infestation des paturages de bovins par les larves de nematodes parasites. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 131: 521-529.
- Holgado, F.D.; Cruz, L. 1995. Tolerancia de diferentes biotipos a los parásitos gastrointestinales. *Revista de Investigación Agropecuaria (RIA)* 25(3):81-89
- Jacquiet, P.H.; Cabaret, J.; Cheikh, D.; Thiam, E. 1996. Identification of *Haemonchus* species in domestic ruminants based on morphometrics of spicules. *Parasitology Research*. 83(1):82-86. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004360050213>
- Kühne, G.I.; Le Riche, P.D.; Dwinger, R.H. 1986. Parasitismo gastrointestinal en bovinos de cuatro zonas ecológicas de la provincia de Salta. *Revista Medicina Veterinaria*. 67(3):128-136.
- Kühne, G.I. 1985. Efectos de tratamientos antiparasitarios sobre la ganancia de peso post destete en bovinos cruza cebú en pastoreo en la provincia de Salta. *Revista Argentina de Producción Animal*. 5(1):73-79

- Lancaster, M.B.; Hong, C.; Michel J.F 1983. Polymorphism in the Trichostrongylidae. In: Stone, A.R. et al. Concept Trichostrongilideos in Nematode Systematics. Systematics Association, Academic Press. London. NY. 22:293-302.
- Le Riche, P.D.; Kühne, G.I.; Dwyer, R.H. 1982. An epidemiological study of helminthiasis in cattle in subtropical Argentina. Tropical Animal Health Production. 14(4):207-215. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02242160>
- Lombardero, O.; Moriena, R.; Schiffo, H. 1976. Epizootiología de la gastroenteritis verminosa bovina en la zona norte de la provincia de Corrientes. Gaceta Veterinaria. 38(310):143-169.
- Lovera, H.; Descarga, C.; Raviolo, J. 2008. Dinámicas de oviposición y de disponibilidad en pasto de nematodos gastrointestinales bovinos en invernada sobre triticale en el sudoeste de Córdoba. Revista de Medicina Veterinaria 89(1):13-20.
- Lovera, H.; Descarga, C.O.; Tolosa, J.S.; Bagnis, G.; Raviolo, J. 2006. Parasitosis gastrointestinal bovina en invernada en verdeos de invierno en el sur de Córdoba. Revista de Medicina Veterinaria 87(1):16-20.
- Lützelshwab, C.M.; Fiel, C.A.; Pedonessa, S.I.; Najle, R.; Rodríguez, E.; Steffan, P.E.; Iglesias, L. 2005. Arrested development of *Ostertagia ostertagi*: effect of the exposure of infective larvae to natural spring conditions of the Humid Pampa (Argentina). Veterinary Parasitology. 127(3-4): 253-262. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.10.006>
- Mauleon, H.; Gruner, L. 1984. Influence de la deshydratation des fèces d'ovins sur l'évolution des stades libres de strongles gastrointestinaux. Annales de Recherches Veterinaires. 15(4):519-528.
- Michel, J.F. 1970. The regulation of populations of *Ostertagia ostertagi* in calves. Parasitology. 61(3):435-447. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000041287>
- Michel, J.F. 1963. The phenomena of host resistance and the course of infection of *Ostertagia ostertagi* in calves. Parasitology. 53(1-2):63-84. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000072541>
- Michel, J.F.; Sinclair, I.J. 1969. The effect of cortisone on the worm burdens of calves infected daily with *Ostertagia ostertagi*. Parasitology. 59(3):691-708. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000031218>
- Micheloud, J.F.; Cafrune, M.M.; Cseh, S.; Aguirre, D.H.; Suarez, V.H. 2014. Mortandad por gastroenteritis verminosa en bovinos adultos de cría de la región del Pastizal Serrano, Salta. Revista de Medicina Veterinaria. 95(2):22-26
- Morley, F.H.W.; Donald, A.D. 1980. Farm management and systems of helminth control. Veterinary Parasitology. 6(1-3):105-134. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(80\)90040-0](https://doi.org/10.1016/0304-4017(80)90040-0)
- Muchiut, S.M.; Fernández, A.S.; Steffan, P.E.; Riva, E.; Fiel, C.A. 2018. Anthelmintic resistance: management of parasite refugia for *Haemonchus contortus* through the replacement of resistant with susceptible populations. Veterinary Parasitology. 254(1-2):43-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.03.004>
- Niec, A. 1968. Cultivo e identificación de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales del bovino y ovino. Red de Helmintología para América Latina y el Caribe. Recuperado de: <http://helminto.inta.gob.ar/Niec/Cultivo%20e%20Identificaci%C3%B3n%20de%20Larvas%20Infectantes%20de.pdf> .

- Olaechea, F. 2013. Epidemiología e impacto productivo de nematodos en la región patagónica argentina. En: Nari, A., Fiel, C.A. (Eds.), Enfermedades Parasitarias de Importancia Económica en Bovinos. Bases Epidemiológicas para su Prevención y Control. Hemisferio Sur: Montevideo, pp. 133- 145.
- Pandey, V.S. 1974. Ecological observations on the free-living stages of *Ostertagia ostertagi*. Annales de Research Vétérinaire. 5(3):261-279.
- Pritchard, R.K.; Hennsey, D.R.; Griffiths, D.A. 1974. Endocrine responses of sheep to infection with *Trichostrongylus colubriformis*. Research in Veterinary Science. 17(2):182-187. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)33679-8](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)33679-8)
- Romero, J.; Sánchez, R.; Boero, C. 2007. Epidemiología de la gastroenteritis verminosa de los ovinos en la Pampa Húmeda y la Mesopotamia En: Romero, J. et al. Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América. INTA. EEA Anguil.Publicación Técnica. 70:33-42
- Quiroz Romero, H. 2011. Epidemiología y control de nematodos gastrointestinales en bovino con énfasis en México. En: Quiróz, R.H. et al. (Eds.)Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos. AMPAVE, pp. 288-289.
- Roberts, F.H.S.; O' Sullivan, P.J. 1949. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infecting the gastrointestinal tract of cattle. Australian Journal of Agricultural Research. 1(1):99-103. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR9500099>
- Rosa, W.; Niec, R.; Lukovich, R.; Dindart, J.; Barberan, R. 1973. Etiología y variación estacional del parasitismo gastrointestinal de los ovinos y bovinos en la zona de Mercedes (Provincia de Corrientes). Revista de Investigation Agropecuaria (RIA). Serie 4(1):25-40.
- Rose, J.H. 1963. Ecological observations and laboratory experiments on the free-living stages of *Cooperia oncophora*. Journal of Comparative Pathology. 73(3):285-296. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0368-1742\(63\)80031-4](https://doi.org/10.1016/S0368-1742(63)80031-4)
- Rose, J.H.; Small, A.J. 1980. Observations on the development and survival of the free-living stages of *Oesophagostomum dentatum* both in their natural environments out-of-doors and under controlled conditions in the laboratory. Parasitology. 81(3):507-517. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000061898>
- Rossanigo, C. 1999. Sobrevida de larvas infestantes de nematodos gastrointestinales del bovino en condiciones naturales. Therios: Revista de Medicina Veterinaria y Producción Animal. 147(48):104-113.
- Rossanigo, C. E.; Gruner, L. 1995. Moisture and temperature requirements in faeces for the development of free-living stages of gastrointestinal nematodes of sheep, cattle and deer. Journal of Helminthology. 69(4):357-362.
- Rossanigo, C.; Gruner, L. 1994. Relative effect of temperature and moisture on the development of strongyle eggs to infective larvae in bovine pats in Argentina. Veterinary Parasitology. 55(4):317-325. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(94\)90072-8](https://doi.org/10.1016/0304-4017(94)90072-8)
- Rossanigo, C.; Ávila, J.; Vásquez, R.; Sager, R. 1988. Estudios epizootiológicos del parasitismo gastrointestinal bovino en las provincias de San Luis y Córdoba (Argentina). Revista Argentina de Producción Animal. 8(3):259-269.
- Roveda, R.; Ringuelet, R. 1947. Lista de los parásitos de los animales domésticos en la Argentina. Gaceta Veterinaria. 45(9):67-68

- Steel, J.W.; Jones, W.O.; Symons, L.E.A. 1982. Effects of a concurrent infection of *Trichostrongylus colubriformis* on the productivity and physiological and metabolic responses of lambs infected with *Ostertagia circumcincta*. *Australian Journal of Agricultural Research*. 33(1):131-140. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR9820131>
- Steel, J.W. 1978. Inter-relationships between gastrointestinal helminth infection, nutrition and impaired productivity in the ruminant. *Recent Advances in Animal Nutrition*. 1:98-109.
- Steffan, P.E.; Fiel, C.A. 1988. Bioecología de los nematodos gastrointestinales de los bovinos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 6:139-140.
- Steffan, P.E.; Fiel, C.A.; Entrocasso, C.; Salada, D. 2013. Control de Nematodos en Bovinos. En: Nari, A., Fiel, C.A. (Eds.), *Enfermedades Parasitarias de Importancia Económica en Bovinos. Bases Epidemiológicas para su Prevención y Control*. Hemisferio Sur, Montevideo. pp. 35-36, 67-94.
- Steffan, P.; Fiel, C.; Ferreyra, D. 2011. Endoparasitosis más frecuentes de los rumiantes en sistemas pastoriles de producción. Aspectos básicos de consulta rápida. Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA). Argentina. pp 27-28, 36-37
- Stromberg, B.E.; Gasbarre, L.C.; Waite, A.; Bechtol, D.T.; Brown, M.S., Robinson, N.A.; Newcomb, H. 2012. *Cooperia punctata*: effect on cattle productivity?. *Veterinary Parasitology*. 183(3-4): 284-291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.030>
- Suarez, V.H. 2007. Epidemiología y control de los nematodos gastrointestinales en el oeste de la Región Pampeana. En: Suarez, V.H.; et al. (Eds.) *Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el Cono Sur de América*, Ediciones INTA. EEA Anguil: La Pampa, Argentina. pp. 43-62.
- Suarez, V.H. 2001. Ecología de los estados de vida libre de los nematodos bovinos durante la contaminación otoño invernal en la región semiárida pampeana. *Revista de Medicina Veterinaria*. 82(6): 316-323.
- Suarez, V.H., 1997. Diagnóstico de las parasitosis internas de los rumiantes en la región de invernada. *Técnicas e Interpretación*. INTA. EEA Anguil. Boletín de Divulgación Técnica N°56: 22p.
- Suarez, V.H. 1994. Epidemiología de los nematodos de la región subhúmeda y semiárida pampeana. *Enfermedades Parasitarias de Importancia Económica en Bovinos. Bases Epidemiológicas para su Prevención y Control*. Hemisferio Sur, Montevideo. pp. 95-114.
- Suarez, V.H. 1990a. Inhibition patterns and seasonal availability of nematodes for beef cattle grazing on Argentina's Western Pampas. *International Journal for Parasitology*, 20(8):1031-1036. DOI: [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(90\)90046-P](https://doi.org/10.1016/0020-7519(90)90046-P)
- Suarez, V.H. 1990b. Variación estacional de las poblaciones de helmintos parásitos de bovinos en sistemas de invernada en la Región Semiárida y Subhúmeda Pampeana. *Revista de Medicina Veterinaria* 71(1): 6-18.
- Suarez, V.H., Martínez, G.M. 2015. Características y problemáticas productivas sanitarias de la lechería del Valle de Lerma, Salta. Ediciones INTA: Buenos Aires. Colección investigación Desarrollo e Innovación. 6 p.
- Suarez, V.H.; Lorenzo, R.M. 2000. Ecology of the free living stages of cattle nematodes during estival contamination in Argentina western pampas. *Parasite*. 7(4):255-261. DOI: <https://doi.org/10.1051/parasite/2000074255>
- Suarez, V.H.; De la Mata, A. 1987. Nematodos gastrointestinales en terneros de tambo. Observaciones en la región semiárida Pampeana. *Therios: Revista de Medicina Veterinaria y Producción Animal*. 9:61-68.

- Suarez, V.H.; Micheloud, J.F.; Araoz, V.; Martínez, G.M.; Rosa, D.E.; Mattioli, G.A. 2019. Effect of gastrointestinal nematodes on serum copper and phosphorus of growing beef calves in northwestern Argentina. *Tropical Animal Health and Production*. 51(3), 613-618. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1729-x>
- Suarez, V.H.; Olmos, L.H.; Araoz, V.; Caro, L.A.; Sandoval, G.V.; Micheloud, J.F. 2019. Nematodes gastrointestinales de importancia económica en la producción bovina del Noroeste Argentino. *Revista Medicina Veterinaria*. 100(3):1-7
- Suarez, V.H.; Aráoz, V.; Micheloud, J.F.; Viñabal, A. 2018. Epidemiología y efectos de los nematodes gastrointestinales en la recría bovina en el Chaco semiárido salteño. *Revista FAVE* 17(1). <https://doi.org/10.14409/favecv.v17i1.7222>
- Suarez, V.H.; Bertoni, E. A.; Doderó, A. M.; Almudevar, F.M.; Salatin, A. O.; Viñabal, A. E.; Saldaño, R.; Olmos, L. H.; Pereyra, W. R.; Brihuega, B.; Cortéz, H. S.; Parreño, V. 2018. Presencia de enfermedades en la cría bovina del dpto. Guachipas, Salta. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)*. 44(3), 367-377.
- Suarez, V.H.; Martínez, G.M.; Micheloud, J.F.; Viñabal, A.E. 2017. Epidemiology and effect of gastrointestinal nematodes on beef cattle from tropical Argentina. *Tropical Animal Health and Production*. 50(4):801-806.
- Suarez, V.H.; Viñabal, A.E.; Bassanetti, A., Bianchi, M.I. 2017. Epidemiología y efecto de las parasitosis internas en la recría bovina en la región del pastizal serrano del NOA. *Revista de Investigación Agropecuaria*. 43:59-66.
- Suarez, V.H.; Martínez, G.M.; Viñabal, A. 2017. Nematodes gastrointestinales en la recría bovina de la región del Chaco Serrano del noroeste de Argentina. *Revista FAVE– Sección Ciencias Veterinarias*. 16:1-6.
- Suarez, V.H.; Fondraz, M.; Viñabal, A.E.; Salatin, A.O. 2014. Validación del método FAMACHA© para detectar anemia en caprinos lecheros en los valles templados del Noroeste Argentino. *Revista de Medicina Veterinaria* 95(2):4-11.
- Suarez, V.H.; Olaechea, F.V.; Rossanigo, C.; Romero, J. 2007. Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América. INTA. EEA Anguil, 296p.
- Suarez, V.H.; Ciminari, O.E.; Bedotti, D.O.; Busetti, M.R.; Bello, E.M. 1990. Epidemiology, effects and control of nematode infection on Zebu-crossbred, Hereford and Hereford x Brahman calves on Argentina's Western Pampas. *Veterinary Parasitology*. 35(1-2):79–91. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(90\)90118-U](https://doi.org/10.1016/0304-4017(90)90118-U)
- Sykes, A.R. 1982. Nutritional and physiological aspects of helminthiasis in sheep. In: Symonds, L.E.A., Donald, A.D., Dineen, J.K. (Eds.). *Biology and Control of Endoparasites*. Academic Press: Sydney. pp. 217–234.
- Symons, L.E.A.; Jones, W.O. 1972. Protein metabolism: 2. Protein turnover, synthesis, and muscle growth in suckling, young, and adult mammals infected with *Nematospiroides dubius* or *Trichostrongylus colubriformis*. *Experimental Parasitology*. 32(3):335-342. DOI: [https://doi.org/10.1016/0014-4894\(72\)90061-6](https://doi.org/10.1016/0014-4894(72)90061-6)
- Telemann, W. 1908. Eine Methode zur Erleichterung der Auffindung der Parasiten- eier in den Faeces. *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift*. 34(35):1510-1511.
- Todd, K.S.; Levine, N.D.; Boatman, P.A. 1976. Effect of temperature on survival of free-living stages of *Haemonchus contortus*. *American Journal of Veterinary Research*. 37(8):991-992.

- Van Wyck, J.A. 2001. Refugia - overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 68(1):55-67.
- Vargas Gil, J.R. 1999. Carta de suelos de la República Argentina, Provincia de Salta-Valle de Lerma. Hoja 7 serie Cerrillos. INTA EEA Salta. Macrorregión NOA. pp 62-63
- Vercesi, H., 1988. Estudios sobre estadíos de vida libre de parásitos gastrointestinales de rumiantes. Informe de Beca de Iniciación del CONICET. pp. 1-32.
- Viñabal, A.E.; Cafrune, M.M.; Aguirre, D.H.; Bassanetti, A.F.; Bertoni, E. A.; Suarez, V.H. 2015. Propuesta y evaluación de una técnica de sedimentación y tinción con azul de metileno [y de una variante] para el diagnóstico de *Fasciola hepática*. *Veterinaria Argentina*. 32(327):1-11
- Waymarck, L.B; Tarbat, B.J. 1969a. Effect of *O. ostertagi*. on phosphorous utilization and excretion in young calves. *American Journal Veterinary Research*. 30:1139-1144.
- Waymarck, L.B; Tarbat, B.J. 1969b. Effect of *O. ostertagi*. on calcium and magnesium utilization and excretion in young calves. *American Journal Veterinary Research*. 30:2145-2150.
- Wharton, D. 1982. The survival of desiccation by the free-living stages of *Trichostrongylus columbriformis* (Nematode: Trichostrongylidae). *Parasitology*. 84(3):455-462. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000052756>
- Williams, J.C.; Bilkovich, F.R. 1973. Distribution of *Ostertagia ostertagi* infective larvae on pasture herbage. *American Journal of Veterinary Research*. 34(10):1337-1344.
- Young, R.R.; Anderson, N. 1981. The ecology of the free-living stages of *Ostertagia ostertagi* in a winter rainfall region. *Australian Journal of Agricultural Research*. 32(2): 371-388. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR9810371>
- Zarlenga, D.S.; Hoberg, E.P.; Tuo, W. 2016. The identification of *Haemonchus* species and diagnosis of haemonchosis. *Advances in Parasitology*. 93(5):145-180. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.023>