



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**DINÁMICA POBLACIONAL DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN DOS  
SISTEMAS ALTERNATIVOS DE RECRÍA DE CORDEROS MERINO  
AUSTRALIANO EN BASALTO**

**por**

**José APATIE DOS SANTOS, Bruno PAULINO SILVA e Ignacio TARUSELLI  
GONZALEZ**

TESIS DE GRADO presentada como uno de  
los requisitos para obtener el título de Doctor  
en Ciencias Veterinarias  
Orientación: Producción Animal

Ensayo experimental

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2022**

## PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:



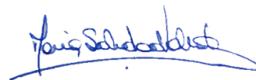
Presidente de mesa:

Jaime Sanchis



Segundo miembro (Tutor):

Zully Hernández



Tercer miembro:

Soledad Valledor



Cuarto miembro:

José Venzal

Fecha:

29/12/2022



Autores:

José Apatie Dos Santos



Bruno Paulino Silva



Ignacio Taruselli González

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a todas aquellas personas e instituciones que hicieron posible la realización de este trabajo:

A nuestras familias y amigos, por el apoyo incondicional.

A nuestros tutores Dr. Zully Hernandez y Dr. José Venzal, quienes nos apoyaron y orientaron durante toda la realización del trabajo práctico y escrito.

Al Dr. Sergio Fierro por su colaboración durante la parte práctica y por estar siempre a las órdenes.

Al Ing. Agrónomo Gabriel Ciappesoni por todo su apoyo en la parte estadística.

Al personal del Centro de Innovación y Capacitación Ovina Mario Azzarini (CICOMA) Fernando Torres y Geordi Moraes, quienes fueron muy importantes con su colaboración en todo el transcurso de la parte práctica.

A las funcionarias de la Biblioteca de la Facultad de Veterinaria, por estar siempre a las órdenes en la búsqueda de materiales y corrección de bibliografía.

Al Laboratorio de Parasitología Veterinaria, de la Regional Norte, Universidad de la República, por permitirnos llevar a cabo todos los análisis realizados.

Al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), por permitirnos desarrollar el trabajo en el predio "CICOMA".

## ÍNDICE

<b>PÁGINA DE APROBACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>6</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>11</b>
2.1. Nematodos Gastrointestinales	11
2.2. Ciclo biológico	12
2.3 Epidemiología	14
2.4. Patogenia	16
2.5. Sintomatología	16
2.6. Diagnóstico	17
2.7. Control	19
2.7.1. Control Químico	19
2.7.1.1 Antihelmínticos	20
2.7.1.2 Resistencia antihelmíntica	21
2.7.2. Animales resistentes	22
2.7.3. Vacunas	23
2.7.4. Hongos con actividades antihelmínticas	24
2.7.5. Manejo del Pastoreo	25
<b>3. HIPÓTESIS</b>	<b>27</b>
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>27</b>
4.1. Objetivo general	27
4.2. Objetivos específicos	28
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>28</b>
5.1. Caracterización del predio	28
5.2 Diseño del experimento	28
5.3. Variables evaluadas	34
5.4. Analisis de los datos	347
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>38</b>
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>46</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### Figuras

Figura 1 - Mapa de distribución de los ovinos en el país extraída de Encuesta nacional ganadera, año 2018	9
Figura 2 - Especies de nematodos gastrointestinales de mayor relevancia en ovinos	12
Figura 3 - Ciclo biológico de nematodos gastrointestinales del ovino	13
Figura 4 - Distribución vertical y horizontal de las larvas de nematodos gastrointestinales en las pasturas.	15
Figura 5 - Distribución estacional de los principales nematodos gastrointestinales de los ovinos.	15
Figura 6 - Grupo de corderos en sistema continuo	29
Figura 7 - Armado de parcelas en el sistema rotativo	30
Figura 8 - Corderos identificados con azul correspondientes a los que se extrajo materia fecal	30
Figura 9 - Corderos encerrados en corrales portátiles previo a la dosificación antihelmíntica	31
Figura 10 - Día de dosificación y pesaje de los corderos	32
Figura 11 - Suplementación de corderos en comederos lineales	32
Figura 12 - Corderos luego de ser esquilados	33
Figura 13 - Trabajo de corral para toma de muestras y mediciones correspondientes	33
Figura 14 - Armado del lote de corderos para la venta	34
Figura 15 - Procesamiento de muestras en el Laboratorio de Parasitología, Cenur Litoral Norte Salto, Universidad de la República	35
Figura 16 - Cultivos de larvas de nematodos gastrointestinales mediante la técnica de Roberts O'Sullivan	36
Figura 17 - Pesaje mensual de corderos	36
Figura 18 - Balanza electrónica Tru-Test con casilla de pesaje individual Farmquip	37
Figura 19 - Evolución de los conteos de HPG para el sistema rotativo y continuo en el transcurso del periodo de estudio	39
Tabla 1- Porcentajes de géneros de nematodos gastrointestinales presentes en los cultivos de larvas según fecha de muestreo	40
Figura 20 - Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales en corderos del sistema rotativo	42
Figura 21 - Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales en corderos del sistema continuo	43
Figura 22 - Evolución del peso vivo de los corderos para cada sistema	44
Figura 23 - Evolución de los Grados de FAMACHA® para el sistema rotativo y continuo durante el periodo de estudio	45
Figura 24 - Promedio de precipitaciones mensuales y temperatura media mensual durante el año de estudio	46

## RESUMEN

A nivel global el principal método para el control de los nematodos gastrointestinales (NGI) en ovinos se basa en el uso de antihelmínticos, lo cual ha llevado a aparición de resistencia a los mismos, a la presencia de residuos en tejidos animales y en el ambiente. En busca de alternativas que no dependan únicamente del uso de los químicos se plantean estrategias de manejo de los animales y las pasturas, una de ellas sería el pastoreo rotativo. En este sentido, el objetivo de este estudio fue comparar la dinámica poblacional de NGI en un sistema de pastoreo continuo y otro rotativo de recría de corderos en basalto. El ensayo experimental se desarrolló durante el periodo de febrero a octubre de 2021 en el establecimiento Centro de Innovación y Capacitación Ovina Mario Azzarini "CICOMA", del Secretariado Uruguayo de la Lana "SUL", 31°03'15"S, 57°13'50"O, departamento de Salto. Se utilizaron corderos/as de la raza Merino Australiano divididos en dos grupos homogéneos de 84 animales para cada sistema, siendo la carga utilizada de siete corderos por hectárea. Al inicio se dosificaron todos los corderos previo al ingreso a cada módulo que fueron reservados de pastoreo ovino por 127 días, evitando así la contaminación de los mismos. El pastoreo de ambos grupos fue distinto, el grupo continuo estuvo en un potrero durante todo el ensayo, mientras que el otro grupo rotativo tuvo el potrero dividido en 14 parcelas con rotaciones semanales, cumpliendo así con un periodo de pastoreo de siete días y 91 días de descanso para cada parcela. Se seleccionaron 20 animales por grupo para coleccionar quincenalmente muestras individuales de materia fecal y así estimar mediante la técnica de McMaster modificada la cantidad de huevos por gramo (HPG) e identificar los géneros de nematodos por la técnica de Roberts y O' Sullivan. Mensualmente se determinó el peso vivo y los grados FAMACHA® a la totalidad de los animales. Al comienzo del estudio en marzo y abril se presentaron recuentos menores a (408 HPG promedio). Posteriormente entre abril y julio se observaron las mayores diferencias entre los grupos, donde los de pastoreo continuo tuvieron HPG más altos en promedio. Luego desde julio hasta el final del estudio los dos grupos siguen la misma tendencia. En cuanto a la dinámica poblacional se observó similitud en la evolución de géneros entre los dos sistemas donde *Haemonchus* fue más prevalente en otoño y primavera mientras que *Trichostrongylus* lo fue en invierno. En relación al peso vivo si bien se observaron diferencias significativas en algunos momentos puntuales entre los sistemas, al final del ensayo los corderos de ambos sistemas lograron el mismo peso. El grado de FAMACHA® promedio fue bajo (menor a dos) durante todo el ensayo para los dos grupos. El sistema de pastoreo rotativo logró mantener a los animales en situaciones de bajo riesgo parasitario durante 180 días (dos periodos de rotaciones completas) a diferencia del pastoreo continuo que requirió dosificar a los animales a los 112 días. En consecuencia, los animales en pastoreo continuo necesitaron tres dosificaciones mientras que los de pastoreo rotativo dos durante todo el periodo. Por lo tanto, el pastoreo rotativo podría ser utilizado en programas de control integrado de parásitos, disminuyendo el número de dosificaciones, la presión de selección a genes de resistencia a los antihelmínticos y los residuos en los tejidos de los animales.

## SUMMARY

Globally, the main method for the control of gastrointestinal nematodes (GIN) in sheep is based on the use of anthelmintics, which has led to the appearance of resistance to them, to the presence of residues in animal tissues and in the environment. In search of alternatives that do not depend solely on the use of chemicals, animal and pasture management strategies have been proposed, one of which would be rotational grazing. In this sense, the objective of this study was to compare the population dynamics of NGI in a continuous grazing system and a rotational system of rearing lambs on basalt. The experimental trial was developed during the period from February to October 2021 in the establishment Centro de Innovación y Capacitación Ovina Mario Azzarini "CICOMA", of the Secretariado Uruguayo de la Lana "SUL", 31°03'15 "S, 57°13'50 "W, department of Salto. The lambs of the Australian Merino breed were divided into two homogeneous groups of 84 animals for each system, with a stocking rate of seven lambs per hectare. At the beginning, all the lambs were dosed before entering each module, which were reserved from sheep grazing for 127 days, thus avoiding contamination of the lambs. The grazing of both groups was different, the continuous group was in one paddock during the whole trial, while the other rotational group had the paddock divided into 14 plots with weekly rotations, thus complying with a grazing period of seven days and 91 days of rest for each plot. Twenty animals per group were selected to collect individual fecal samples every two weeks to estimate the number of eggs per gram (HPG) by the modified McMaster technique and to identify the nematode genera by the Roberts and O' Sullivan technique. Live weight and FAMACHA© grades were determined monthly for all the animals. At the beginning of the study in March and April, counts were lower than (408 average HPG). Subsequently, between April and July, the greatest differences were observed between the groups, where the continuous grazing groups had higher HPG on average. Then from July to the end of the study the two groups followed the same trend. Regarding population dynamics, similarity was observed in the evolution of genera between the two systems, where *Haemonchus* was more prevalent in autumn and spring while *Trichostrongylus* was more prevalent in winter. In relation to live weight, although significant differences were observed in some specific moments between the systems, at the end of the trial the lambs of both systems achieved the same weight. The average FAMACHA© degree was low (less than two) during the whole trial for both groups. The rotational grazing system was able to maintain the animals in low parasitic risk situations for 180 days (two full rotation periods) as opposed to continuous grazing which required dosing the animals at 112 days. Consequently, the continuous grazing animals required three dosages while the rotational grazing animals required two dosages during the entire period. Therefore, rotational grazing could be used in integrated parasite control programs, decreasing the number of dosages, selection pressure to anthelmintic resistance genes and residues in animal tissues.

## 1. INTRODUCCIÓN

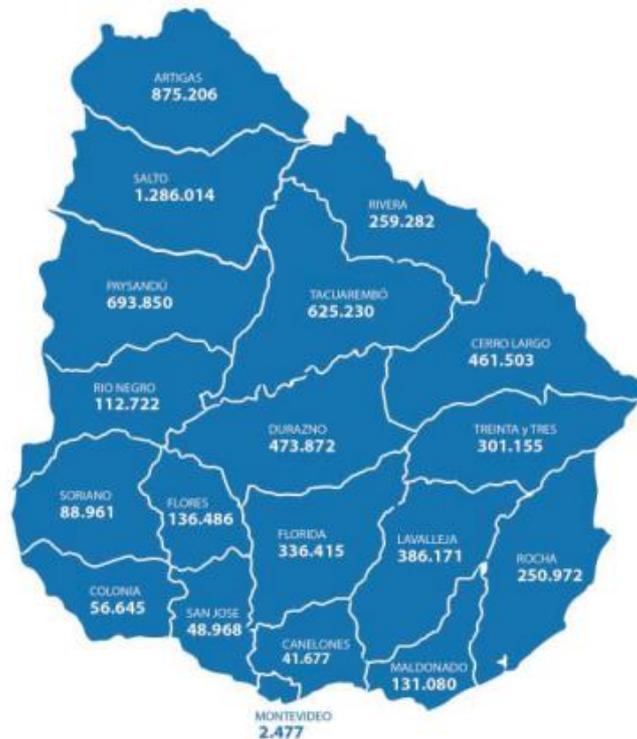
La producción ovina ha tenido un amplio protagonismo histórico en el desarrollo de la economía de nuestro país, jugando un rol fundamental en el suministro de materia prima para la industria, tanto textil como cárnica. Ha sido gran impulsora del desarrollo de la sociedad rural en sus comienzos y lo sigue siendo en la actualidad (Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), s.f.).

En Uruguay actualmente los sistemas de producción se caracterizan por ser mixtos, donde la mayor parte del año se realizan pastoreos con bovinos y ovinos. El número total de ambas especies ha tenido variaciones importantes, principalmente los lanares. Al año 2020 el país contaba con un stock de 6.337.127 ovinos, número que se mantiene desde el año 2015, el récord fue alcanzado en los años 90 con más de 25 millones de cabezas (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), 2020). Estos sistemas de producción se adaptan a la posición geográfica y climática de nuestro país, el cual se encuentra ubicado en una región de clima templado con las cuatro estaciones del año diferenciadas (Castaño et al., 2011). A nivel nacional se diferencian 6 regiones agroecológicas: basalto en el norte, cristalino en el centro-sur, sierras del este, llanuras del este, areniscas del noreste y suelos profundos del oeste y sur, siendo las dos primeras las más importantes en extensión y uso ganadero (Berretta, 2003).

La cría vacuna y más específicamente ovina, se desarrolla básicamente en campo nativo. En cuanto a la dotación promedio a nivel país es de 0,79 UG/ha y una relación lanar/vacuno de 0,53. La cría de ovinos se concentra en las regiones del norte del país (Figura 1) sobre todo en los departamentos de Salto (19%), Artigas (13%), Paysandú (10%) y Tacuarembó (9%) (MGAP, 2020).

### **Figura 1**

*Mapa de distribución de los ovinos en el país extraída de Encuesta nacional ganadera, año 2018*



Nota. Figura extraída de Bottaro (2018)

Los sistemas de producción ganaderos están influenciados por factores de mercado, nutricionales, genéticos y sanitarios entre otros. Entre estos últimos, los NGI son responsables de parte de la falta de eficiencia en la producción de las majadas. Al incrementarse la carga parasitaria aumentan las pérdidas de energía, reflejándose en una reducción en el crecimiento o ganancia de peso del animal, en cambios en la composición de tejidos y en disminución en el peso del vellón al afectar el largo de mecha y el diámetro de la fibra de lana. Esto último deriva en inconvenientes en el proceso industrial al presentar los vellones mayor porcentaje de fibras cortas y enredadas que interfieren con el hilado y alteran la apariencia de los tops (Nari y Cardozo, 1987).

En este sentido, el SUL y la División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) del MGAP han evaluado el impacto de los NGI en la cría ovina y encontraron un 29,4 % de disminución en el peso de vellón sucio, pérdida de peso vivo del 23,6 % y una mortalidad del 50 % (Bonino, 2002). Por otro lado, se ha estudiado la acción de los nematodos en ovinos a nivel reproductivo y se encontró que afectan la fertilidad, fecundidad y prolificidad en las condiciones de Uruguay (Fernández Abella, Castells, Piaggio, De León, 2006).

A nivel global el principal método para el control de los NGI se basa en el uso de antihelmínticos, lo cual ha llevado a la aparición de resistencia a los mismos, a la presencia de residuos en tejidos animales y en el ambiente. La resistencia es un problema con gran repercusión económica, favorece el desaliento y abandono de la

actividad pecuaria (Prichard et al., 1980; Edwards et al., 1986; Hong et al., 1996; Waller et al., 1996; Chartier et al., 1998; Van Wyk et al., 1999; citados en Cuéllar 2007).

En busca de alternativas que no dependan únicamente del uso de los químicos se plantean estrategias de manejo de los animales y las pasturas. Una de ellas sería el pastoreo rotativo, en el mismo se busca que disminuya la posibilidad de contacto entre las formas infectantes del parásito y el hospedero, cortar los ciclos parasitarios y obtener pasturas parasitológicamente controladas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Nematodos Gastrointestinales

Los NGI son los endoparásitos que se presentan con mayor frecuencia en animales en pastoreo, a nivel mundial, particularmente en zonas templadas y húmedas, teniendo como consecuencia gastroenteritis parasitarias o nematodosis gastrointestinales (Meana y Rojo, 1999). En este sentido, son responsables de parte de la falta de eficiencia en la producción de las majadas. Al incrementarse la carga parasitaria aumentan las pérdidas de energía, reflejándose en una reducción en el crecimiento o ganancia de peso del animal, en cambios en la composición de tejidos y en disminución en el peso del vellón al afectar el largo de mecha y el diámetro de la fibra de lana (Nari y Cardozo, 1987).

Los NGI de los ovinos se ubican taxonómicamente en el phylum Nematelminthes, clase Nematoda, con tres familias principales que se alojan en el estómago (abomaso) e intestinos. Las especies de NGI que se desarrollan en ovinos en Uruguay son principalmente *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Ostertagia* spp., *Nematodirus* spp. y otros (Mederos, 2002).

Estudios realizados desde otoño de 2007 a otoño de 2009 en todo el país mediante 192 necropsias parasitarias en ovinos mostraron los siguientes resultados: *H. contortus* y *T. colubriformis* fueron las especies más frecuentes con el 35,1 % y 31,9 % respectivamente. En un segundo grupo se encontraron *T. axei*, *N. spathiger*, *Cooperia* spp. y *Ostertagia circumcincta* en un 10,3 %, 7,7 %, 7,5 % y 4,8 % y en un tercer grupo con una prevalencia menor a 4 % *Strongyloides papillosus*, *Trichuris ovis* y *Oesophagostomum venulosum* (Figura 2) (Castells et al., 2011).

### Figura 2

*Especies de nematodos gastrointestinales de mayor relevancia en ovinos*



Nota. Figura basada en Castells et al. (2011).

Entre las especies de mayor importancia por la prevalencia y patogenicidad en Uruguay se encuentran *H. contortus* y *T. colubriformis*, el primero mencionado es el que ocasiona la mayor cantidad de pérdidas a las majadas por ser el más prevalente y patógeno, y en el que se ha determinado resistencia a la mayor parte de principios activos de antihelmínticos presentes en el mercado. Por otra parte, *T. colubriformis* es el segundo en importancia por las pérdidas ocasionadas y tiene mayor prevalencia en invierno (Castells, 2004).

## 2.2. Ciclo biológico

Los NGI presentan un ciclo de vida directo (Figura 3), donde las formas parasitarias en el hospedador constituyen aproximadamente el 10 % de la población total, mientras el 90 % restante se encuentran como formas de vida libre en la pastura (Soulsby, 1987).

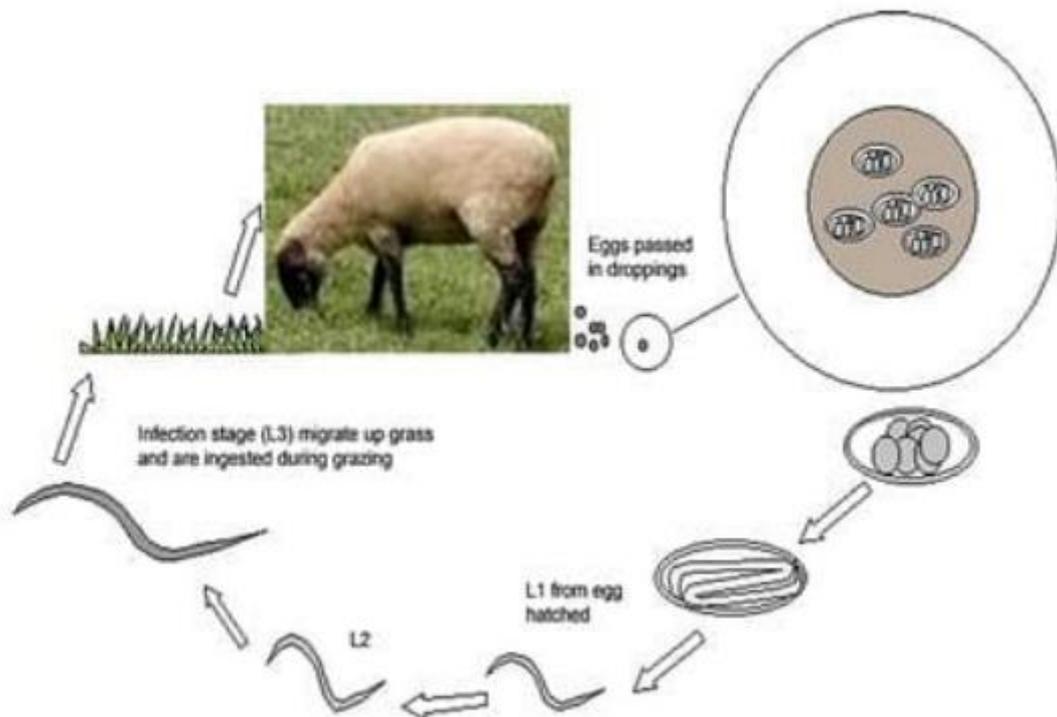
Los huevos de los NGI son liberados al ambiente a través de la materia fecal de los ovinos (Suárez, Olaechea, Rossanigo y Romero, 2007). A excepción de *Trichuris ovis*, para los otros nematodos de este grupo, los huevos se caracterizan por ser elípticos y poseer una cáscara formada por tres capas, una externa vitelina, una media compuesta por quitina y una interna de naturaleza lipídica y en el interior una mórula integrada por un número variable de blastómeros según la especie (Fiel y Nari, 2013).

Luego de la incubación la Larva 1 (L1) eclosiona, se alimenta, crece, muda y pasa a Larva 2 (L2), luego se produce una segunda muda a Larva 3 (L3) generalmente infectante, que retiene la cutícula de la L2 la cual la protege, la L3 vive a expensas de las reservas almacenadas hasta su ingreso al hospedador. En la fase externa los

factores climáticos condicionan el desarrollo de las larvas, la temperatura y la humedad influyen en el tiempo de evolución de huevo a L3 y en la supervivencia (Suárez et al., 2007). Se ha observado que la fase de eclosión y desarrollo de larvas se acelera en forma lineal dentro de los 5 a 35°C y fuera de estos límites ocurre una alta tasa de mortalidad (Fiel y Nari, 2013). En particular, la mayoría de los huevos de *H. contortus* a 16 a 20°C alcanzarán la etapa infectiva en 10 a 14 días (Soulsby, 1987).

### Figura 3

Ciclo biológico de nematodos gastrointestinales del ovino



Nota. Imagen extraída de Johnstone et al. (1998).

Cuando las L3 son ingeridas por un hospedador adecuado comienza la fase interna del ciclo biológico, las mismas pierden la cutícula del segundo estadio y penetran en la mucosa gastrointestinal mudando a Larva 4 (L4) y seguidamente a Larva 5 (L5). Posteriormente a estado adulto pudiendo ser macho o hembra, las hembras desarrollan los huevos luego de la cópula, los cuales son expulsados al exterior con la materia fecal (Soulsby, 1987). El potencial biótico de *H. contortus* está comprendido entre los 5000 a 10000 huevos por día, en cambio *T. colubriformis* alcanza los 450 huevos por día (Lapage, 1984; Soulsby, 1987). El tiempo entre la ingestión de la L3 y la detección de los primeros huevos en la materia fecal se denomina período prepatente, el cual varía según la especie, en el caso de *H. contortus* abarca 15 días y para el resto de los NGI de aproximadamente 21 días (Quiroz, 1984).

El estado en el cual los nematodos inhiben o detienen el desarrollo larvario se denomina hipobiosis, estos se mantienen con un metabolismo muy bajo hasta la mejora de las condiciones climáticas externas favorables para su evolución. En Uruguay este fenómeno ha sido descrito para *H. contortus* en ovinos, principalmente en invierno y para *Ostertagia* spp. en bovinos durante el verano (Nari y Cardozo, 1987).

Otro fenómeno que también ocurre en las majadas de Uruguay es el alza de lactación, se da en la oveja de cría alrededor de la sexta a octava semana posparto, existe un incremento en la eliminación de huevos de NGI, permitiendo la contaminación masiva del potrero antes del destete de los corderos. Esta situación se relaciona con un aumento del nivel de nuevas infecciones y a fallas en la eliminación de infecciones existentes (Nari y Cardozo, 1987).

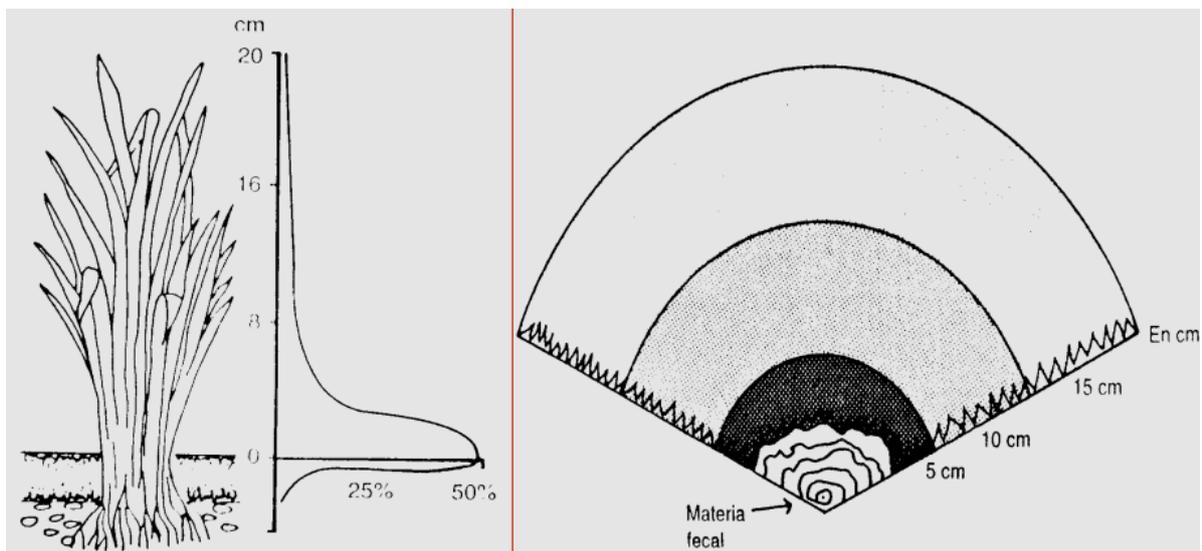
### **2.3 Epidemiología**

Existen dos factores fundamentales que actúan en el ciclo epidemiológico de los NGI, uno es la contaminación de la pastura y el otro la traslación de las larvas infectantes a la majada. La contaminación está relacionada a la presencia de los estadios de vida libre, huevos, L1, L2 y L3 en las pasturas. Los altos niveles de contaminación afectan a los ovinos, principalmente a las categorías más susceptibles. El potencial biótico, el fenómeno de hipobiosis de los nematodos, la dotación animal, la resistencia del hospedador y el manejo del predio son las variables que afectan la tasa de contaminación (Nari y Cardozo, 1987).

En Uruguay se puede esperar una distribución similar de géneros y especies de NGI en todo el territorio debido a su localización geográfica y por ser un país de pequeña superficie, no montañoso. El factor climático condiciona la estacionalidad de la contaminación en la pastura por actuar en el tiempo de incubación, la viabilidad de las larvas, su dispersión y supervivencia. Las temperaturas inciden en el desarrollo de las larvas en la materia fecal y las lluvias en la migración masiva hacia los pastos (Figura 4) (Suárez et al., 2007).

#### **Figura 4**

*Distribución vertical y horizontal de las larvas de nematodos gastrointestinales en las pasturas.*

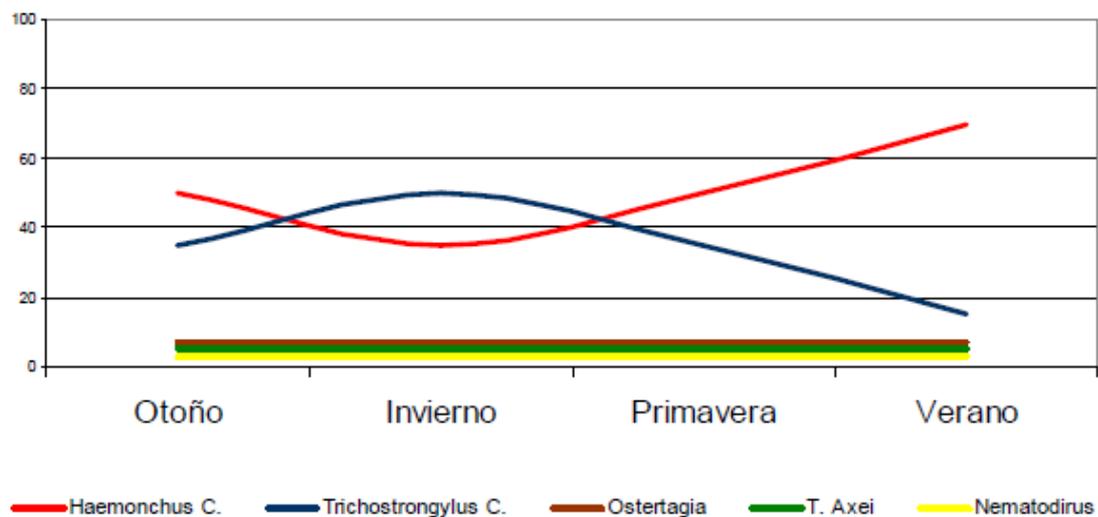


Nota. Imagen extraída de Williams (1986)

*H. contortus* está presente todo el año, principalmente en primavera, verano y otoño, disminuyendo las poblaciones parasitarias adultas en invierno con un incremento de los estadios hipobióticos, mientras que *Trichostrongylus* spp. tiene en general sus máximos en invierno (Figura 5) (Castells, Nari, Gayo, Mederos y Pereira, 2013).

### Figura 5

Distribución estacional de los principales nematodos gastrointestinales de los ovinos.



Nota: Figura extraída de Castells (2004).

## 2.4. Patogenia

La infección por nematodos causa efectos metabólicos que derivan en una subnutrición y pone en riesgo la vida del animal. Entre estos se menciona la depresión de la ingesta de alimentos debido al dolor producido por las lesiones del aparato digestivo, a cambios en el pH abomasal, a la disminución de aminoácidos estimulantes del apetito y a una mayor producción de colecistoquinina, hormona que normalmente deprime el apetito. También ocurre una pérdida de nitrógeno endógeno a través de las lesiones y habría una depresión de la digestibilidad y absorción de los alimentos (Nari y Cardozo, 1987).

Los parásitos que habitan en el abomaso como *Haemonchus* spp. *Ostertagia* spp. y *T. axei*, producen una reacción inflamatoria progresiva. En el caso de la haemoncosis aparecen erosiones en la mucosa por descamación de células epiteliales y la hematofagia conduce a la presencia de anemia y posible muerte súbita en animales con buen estado físico (Nari y Cardozo, 1987). En la parasitosis por *T. axei* las larvas alteran la producción de ácido clorhídrico al penetrar la mitad superior de las glándulas gástricas, pudiendo aparecer pequeñas placas blanquecinas con conglomeración de parásitos. En cuanto a los parásitos que habitan en el intestino delgado *T. colubriformis* se caracteriza por ser esencialmente histiófago y ser causante de diarreas, retardo en el crecimiento y desmejora en la condición física general de los animales (Castells, 2004). Por su parte, *Cooperia* spp., causa destrucción de las células epiteliales de la mucosa ya que las larvas ingeridas se alojan en el intestino delgado reduciendo el tamaño de las vellosidades. *Oesophagostomum* spp., se caracteriza por producir en las reinfecciones una reacción nodular por la muda de L3 a L4 a nivel de intestino delgado y grueso, las complicaciones bacterianas de las lesiones ocasionan la aparición de pequeños focos purulentos y en algunas ocasiones ulcerados (Entrocasso, 1994; Soulsby, 1987). El daño causado por *Nematodirus* proviene de la actividad de los vermes adultos mediante su acción expoliatriz, provocando así una enteritis sobre el primer tercio de la mucosa del intestino delgado donde mayormente residen. De acuerdo al nivel de infección se generan diferentes grados de atrofia de las vellosidades intestinales, engrosamiento de la mucosa, alteraciones de las criptas y del desarrollo de las microvellosidades que afectan su permeabilidad (Suarez et al., 2007).

## 2.5. Sintomatología

La severidad de la infección por NGI varía según la acción de diferentes factores, entre ellos, la susceptibilidad individual, el estado nutricional, la cantidad y las especies de nematodos implicadas. En los ovinos con buen estado nutricional y bajas cargas parasitarias, la enfermedad puede pasar inadvertida. Por otra parte, la muerte repentina en ovinos saludables puede suceder por una haemoncosis hiperaguda (Argüello, 2007).

Los signos clínicos de la haemoncosis se pueden presentar de tres formas diferentes según su gravedad: hiperaguda, aguda y crónica. La haemoncosis hiperaguda es poco común, pero puede darse en animales susceptibles expuestos a una infección masiva repentina, encontrando en la necropsia recuentos desde 20.000 hasta 50.000 nematodos en el abomaso. La forma aguda se observa generalmente en animales jóvenes y se caracteriza por una anemia grave acompañada de edema generalizado y muerte, pudiendo existir entre 1.000 a 10.000 parásitos en el abomaso. La forma crónica es la más común y la de mayor importancia económica, en esta se observan animales débiles, con síntomas de agotamiento y emaciación, acompañado de anemia e hipoproteinemia lo cual lleva a un edema submandibular característico. En estos casos la morbilidad alcanza el 100% y la cantidad de huevos en las heces puede ser menor a 2.000 HPG, en cambio en la forma aguda suele ser mayor a 100.000 HPG (Soulsby, 1987).

En cuanto a la sintomatología de la parasitosis por *T. colubriformis* se caracteriza por diarrea, desmejoramiento, depresión y emaciación, pudiéndose observar retraso en el crecimiento de lana y de la masa muscular y en algunos casos llegar a la muerte (Jubb, Vidal y Kennedy, 1990).

Por su parte, los signos clínicos de *Oesophagostomum* spp., se caracterizan por emaciación progresiva, piel reseca, mal estado de la lana y decaimiento general, con heces malolientes, acuosas, de color verde oscuro y a veces sanguinolenta (Entrocasso, 1994; Soulsby, 1987).

En el caso de *Nematodirus* spp., genera una diarrea de verde oscura a negra, hipoproteinemia, edema periférico, apatía, pérdida de apetito y crecimiento reducido, principalmente en categorías jóvenes (Suarez et al., 2007).

## **2.6. Diagnóstico**

La mayoría de las afecciones parasitarias son enfermedades de rodeo, cuando algunos animales muestran los signos todo el grupo puede estar parasitado (Nari y Risso, 1994).

El diagnóstico presuntivo puede basarse en síntomas clínicos como debilidad, animales rezagados en los movimientos de la majada, respiración agitada, edemas, ascitis, mucosas pálidas, postración y muerte de animales. El diagnóstico confirmatorio, puede ser a nivel de laboratorio mediante la visualización de los elementos parasitarios (Castells, 2008). En los estudios coproparasitarios hay que tener en cuenta varios factores en la obtención de la muestra, como la forma de recolección, que debe ser del recto para evitar la presencia de nematodos de vida libre, la individualidad ya que la infección en el rodeo no siempre se distribuye uniformemente y la refrigeración hasta su procesamiento para enlentecer la evolución de los estadios (Nari y Risso, 1994).

En la interpretación de los resultados de los análisis coproparasitarios se debe considerar la edad del hospedador, la exposición previa, la respuesta inmunitaria, el período del año, el estado fisiológico, la localización geográfica, el uso previo de antihelmínticos, el historial de las parasitosis clínicas, entre otros aspectos (Fiel, Steffan y Ferreyra, 2011).

La técnica de Mc Master es la más utilizada para el recuento de HPG. Cabe destacar que mediante esta no se puede diferenciar géneros de nematodos, salvo *Nematodirus* y *Trichuris* que poseen huevos morfológicamente diferenciados. Por lo que la misma se debe complementar con un cultivo de larvas para la identificación del resto de los nematodos. El fundamento del cultivo de larvas se basa en favorecer la evolución de los huevos desde un pool de materia fecal de los animales, la eclosión y el desarrollo hasta la obtención de las larvas infectantes. El éxito del cultivo depende de tres factores, la humedad, la temperatura adecuada y la oxigenación. La temperatura utilizada está en el rango de los 24 a 27 °C durante 7 a 8 días, o a temperatura ambiente (10 a 15 °C) durante 10 días (Fiel, 2005).

A partir del cultivo de larvas, la obtención y clasificación de las L3 posibilita diferenciar la proporción de géneros y especies parasitarias utilizando las claves propuestas por Niec (1968). Esto al relacionar con el conteo de huevos se establece la cantidad de huevos de cada nematodo por gramo de materia fecal (Fiel et al., 2011).

Otra prueba de diagnóstico coproparasitario cualitativa y cuantitativa y que presenta alta sensibilidad es el FLOTAC (Cringoli, Rinaldi, Maurelli, Utzinger, 2010).

Por su parte, como indicador de la severidad de la infección por *H. contortus* se han utilizado las pruebas de detección de sangre oculta en heces en ovinos (Colditz y Le Jambre 2008; Rodríguez, Goldberg, Viotti y Ciappesoni, 2011).

La necropsia parasitaria es otro método de diagnóstico confirmatorio que se realiza mediante la visualización de los nematodos en sus respectivos hábitats y las lesiones ocasionadas por los mismos (gastritis, enteritis, nodulaciones, hemorragias) (Nari y Cardozo, 1987). Esta técnica permite obtener información del estado de desarrollo de la población parasitaria, así como también de las especies y el número de parásitos presentes. Esto se realiza mediante la lectura de alícuotas obtenidas del lavado de abomaso, intestino, etc. La necropsia además nos permite visualizar las alteraciones orgánicas asociadas a la parasitosis como el edema en tejido subcutáneo, ascitis, linfonódulos mesentéricos hipertrofiados y edematosos, gastritis con edema de pliegues, enteritis catarral, etc. y complementar con el estudio histopatológico (Entrocasso, 2003).

Otro tipo de diagnóstico que se utiliza como presuntivo a campo para *H. contortus* por su hábito hematófago es el denominado FAMACHA<sup>®</sup>. Este se basa en la comparación del color de la conjuntiva ocular en una escala del 1 (rosado intenso) al 5 (blanco

pálido). De esta forma los animales se clasifican de acuerdo al color de la mucosa ocular y ayuda a tomar la decisión de administrar o no los antihelmínticos. Esto permite un tratamiento selectivo a aquellos animales que presentan una conjuntiva ocular que se relacione con cuadros de anemia debidas a esta parasitosis (Salles, 2008). Los grados 1 y 2 son aceptables y se correlacionan con hematocritos mayores a 30 y los grados 4 y 5 con hematocritos menores a 24. Normalmente se realizan los tratamientos a partir del grado 3 (Nari y Cardozo, 1987).

## **2.7. Control**

Cada vez es más importante integrar alternativas para lograr buenos resultados. El control químico es un recurso necesario, pero no renovable, debido a que la resistencia va avanzando progresivamente sobre los más modernos grupos químicos disponibles. Por ello la combinación de diferentes herramientas es lo que hace sustentable en el tiempo y a lo que se dirige el control integrado (Nari et al., 1987).

### **2.7.1. Control Químico**

El control de los NGI se puede realizar mediante productos químicos, manejo del pastoreo, vacunas, por resistencia genética de los animales y métodos biológicos. Sin embargo, el más frecuentemente empleado ha sido el control químico (Fiel y Nari, 2013).

El objetivo del control químico es que el antihelmíntico (ATH) actúe en el parásito blanco en concentraciones adecuadas y por el período de tiempo necesario para generar su efecto farmacológico. La extensión del tiempo de exposición del parásito al ATH está determinada por la difusión del mismo desde la circulación sistémica hacia los distintos tejidos (Lanusse, Alvarez, Sallovitz, Mottier y Sanchez, 2009).

El ATH ideal tendría que ser eficaz en una dosis única recomendada, contar con un espectro de acción acorde a la fauna parasitaria presente, tener elevado índice terapéutico, ser de fácil administración y bajo costo (Meyer, 1959).

Los ATH muestran resultados rápidamente apreciables, se usan en dosificaciones estratégicas, tácticas, curativas, múltiples y supresivas. En las estratégicas los tratamientos son aplicados en momentos claves del crecimiento o estado reproductivo, por ejemplo, en la pre encarnada, parto, postparto y destete. Las tácticas son utilizadas para cubrir el espacio entre dosificaciones estratégicas, las cuales pueden ser realizadas por factores climáticos, de manejo o por el hecho de que una pastura segura deja de serlo (Nari y Cardozo, 1987).

### 2.7.1.1 Antihelmínticos

Los fármacos que actúan contra los nematodos están representadas por las siguientes familias: Benzimidazoles (BZD), Imidazotiazoles (IDTZ), Organofosforados (OP), Lactonas Macrocíclicas (LM), Salicilanilidas, derivados amino acetonitrilo (AAD) y Spiroindoles (SI) (Rubio y Boggio, 2005).

Los BZD (albendazol, fenbendazol, entre otros) presentan amplio espectro, actúan sobre estadios larvarios, adultos y algunos poseen actividad ovicida, son de baja toxicidad y costo lo cual les ha permitido ser ampliamente utilizados. Su mecanismo de acción consiste en la inhibición de la formación de los microtúbulos mediante la unión a la beta-tubulina del parásito, al no permitir captar la glucosa produce la inanición y muerte (Rubio y Boggio, 2005).

Los IDTZ (levamisol) presentan amplio espectro contra los NGI, actúan sobre formas adultas, cuentan con un mecanismo de acción que consiste en ser estimulante ganglionar (colinomiméticos) lo cual conduce a parálisis debida a la contracción muscular permanente (Rubio y Boggio, 2005).

Los OP (triclorfón y naphalofos) actúan sobre nematodos y artrópodos (endectocidas) presentan espectro medio, actúa sobre formas adultas e inmaduras, inhiben la enzima acetilcolinesterasa, como consecuencia ocasionan una parálisis espástica en los parásitos. El principal inconveniente de los OP es que pueden bloquear la acetilcolinesterasa de los mamíferos y provocar efectos tóxicos que se manifiestan con temblores musculares, diarrea, ptialismo, miositis, entre otros, por lo cual se deben extremar los cuidados en la dosificación y manipulación de los mismos (Lanusse, Álvarez, Lifschitz y Suárez, 2013).

Las LM químicamente se dividen en dos grupos, avermectinas y milbemicina, poseen amplio espectro de acción al actuar sobre nematodos y artrópodos (endectocidas), y son efectivas sobre formas adultas y larvianas. El mecanismo de acción consiste en unirse al receptor de glutamato en los invertebrados, permitiendo la apertura del canal iónico de cloro, conduciendo a la hiperpolarización y a una parálisis flácida con la subsiguiente expulsión del parásito (Litterio, 2005).

Las Salicilanilidas (rafoxanide, closantel, clioxanida) presentan espectro reducido, y actúan principalmente sobre formas adultas. El mecanismo de acción es desacoplado la fosforilación oxidativa al causar incremento de la permeabilidad mitocondrial del parásito, principalmente a los cationes (Litterio, 2005).

Los SI (derquantel) fue introducido en la década de 2010, presenta espectro reducido, está registrado únicamente combinado con abamectina con el fin de una complementariedad farmacodinámica que amplíe el espectro (Little et al., 2011). Actúa sobre estadios adultos, su mecanismo de acción es sobre la función neuromuscular de los nematodos bloqueando la transmisión de impulsos colinérgicos, lo cual altera la función neuromuscular generando parálisis flácida, expulsión y muerte de los parásitos, este mecanismo de acción diferencial le otorga al fármaco la posibilidad de

actuar sobre cepas de nematodos resistentes a otros grupos químicos existentes en el mercado (Lanusse et al., 2013).

El AAD (monepantel) tiene amplio espectro sobre NGI, actúa sobre estadios adultos e inmaduros, siendo lo más significativo su elevada eficacia sobre géneros de parásitos resistentes a otros grupos químicos (Kaminsky et al., 2008). Actúa sobre la subunidad Hco-MPTL-1 del receptor nicotínico de la acetilcolina específica de los nematodos (Lifschitz et al., 2012).

### **2.7.1.2 Resistencia antihelmíntica**

La resistencia antihelmíntica (RA) se define como el aumento significativo de los individuos de una población, capaces de tolerar niveles de droga que han probado ser letales para la mayoría de los individuos de la misma especie (Nari y Cardozo, 1987). La misma es el resultado de la selección activa de los genes que regulan los mecanismos fisiológicos y bioquímicos responsables de evadir el efecto letal de los ATH y es hereditaria (Coles y Simkins, 1977).

La resistencia es percibida cuando una droga que es inicialmente efectiva para un fin terapéutico determinado deja de serlo (Mottier y Lanusse, 2001). El principal mecanismo que los helmintos usan para adquirir resistencia a las drogas parece ser a través de la pérdida o disminución de la afinidad de los receptores para la droga (Nari, 2003). Entre lo más importante de los NGI se encuentran las elevadas tasas de evolución en la sucesión de nucleótidos y el gran tamaño de su población lo que les da un nivel excepcionalmente alto en su diversidad genética (Kaplan, 2004).

Existen factores que favorecen la aparición de la RA, como la subdosificación y/o sobredosificación, el incremento en la frecuencia de desparasitaciones, el uso de una sola familia de antihelmínticos, antihelmínticos de calidad dudosa, el ingreso de animales portadores de cepas resistentes, la escasa población en refugio, el desconocimiento de la epidemiología parasitaria local, entre otros (Coles et al., 1992; Cuéllar, 2002; Nari, 2001).

La Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria (WAAVP) ha estandarizado las pruebas para detectar la resistencia antihelmíntica de nematodos. Una de ellas es la prueba *in vivo* de reducción del contaje de huevos en la materia fecal (TRCH) conocida vulgarmente como "lombritest". El TRCH sigue siendo hasta el momento la prueba más conveniente para la detección de resistencia antihelmíntica a campo, por su practicidad, bajo costo y no necesitar equipamiento sofisticado. Este método estima la eficacia antihelmíntica a través de la comparación de los conteos de HPG y cultivo de larvas entre animales que reciben tratamiento y un grupo de animales testigos sin tratamiento (Cristel y Suárez, 2006; Coles et al., 1992).

La limitante del uso exclusivo de los químicos como la RA y la presencia de residuos en tejidos, conduce a utilizar métodos menos dependientes de los ATH (Nari, 2001). El uso de un solo método de control de los NGI ha demostrado ser muy poco sustentable y eficiente a largo plazo, sobre todo en aquellos lugares donde el sustento

de los animales se lleva a cabo únicamente mediante el pastoreo. Esto fomenta el control integrado de los parásitos mediante diferentes estrategias (Barger, 1996).

### **2.7.2. Animales resistentes**

La inmunidad a los NGI está controlada genéticamente y existe variabilidad entre razas y entre individuos (McManus, Paim, de Melo, Brasil, y Paiva, 2014; Woolaston y Piper, 1996). El término de animal resistente ha sido definido como la habilidad de un hospedador para iniciar y mantener una respuesta que evite o reduzca el establecimiento de los parásitos o bien, elimine la carga parasitaria (Albers y Gray, 1987).

La ventaja de los animales resistentes es que en ellos se da un aumento en su producción y una reducción en la utilización de antihelmínticos. La desventaja es que requiere de un lento proceso de selección y que los genes que controlan la resistencia no necesariamente están asociados a los parámetros productivos de interés (Parker, 1992).

Los animales resistentes no son completamente refractarios a la enfermedad, solo que albergan menos parásitos que los animales susceptibles y por lo tanto eliminan menos huevos en las heces. Se ha demostrado que algunas razas de ovinos son más resistentes que otras a los nematodos. En las evaluaciones dentro de las razas se ha demostrado que existe variabilidad genética individual lo que ha favorecido la selección de aquellos animales con una reducida eliminación de huevos en las heces (Hood, Yadav, Chaudhri, Rajpurohit, 1999). Dicha variabilidad probablemente está basada en la capacidad individual de un animal para responder inmunológicamente contra los parásitos (Pernthaner et al., 1995; Pernthaner et al., 1996).

Otro factor a considerar es la resiliencia, que puede definirse como la capacidad que tiene un hospedador de mantener el nivel de producción ante un desafío parasitario (Albers y Gray, 1987). Estos animales no son necesariamente los que eliminan menos huevos, incluso algunos con alta resistencia pueden tener baja resiliencia. Un inconveniente de contar con animales resilientes es su acción contaminante de los potreros, efecto perjudicial para el resto de los animales (Riffkin y Dobson, 1979).

En general se utiliza la cantidad de HPG como medida de la resistencia y también el recuento de vermes *post mortem* (Baker y Gray, 2004). Los criterios para evaluar la resiliencia a NGI son diferentes a los utilizados para evaluar resistencia, estos evalúan el efecto de la enfermedad en el hospedador, por ejemplo, por cambios en el peso corporal, en la conversión alimenticia, en los niveles plasmáticos de pepsinógeno, en la cantidad de glóbulos rojos, concentración de hemoglobina, cantidad de proteínas plasmáticas, porcentaje de hematocrito, las lesiones abomasales y presencia o ausencia de signos clínicos de la enfermedad (Cuéllar, 2007).

Existen diferentes trabajos que evalúan las bases inmunológicas de la resistencia a NGI y estudian la expresión de los genes relacionados a citoquinas y factores de transcripción vinculados a la respuesta inmune de animales resistentes. Estos

provocan una disminución en la cantidad de parásitos adultos en el tracto gastrointestinal (Jacobs, Sommers, Zajac, Notter y Bowdridge, 2016; Kemper et al., 2010).

Las evidencias indican que los linfocitos T CD4+ cooperadores son esenciales en la eliminación de parásitos y se encuentran asociados con la resistencia a *H. contortus*. De hecho, la depleción de los mismos en corderos de una raza naturalmente resistente a *H. contortus* condujo a la pérdida de la resistencia contra dicho parásito (Peña, Miller y Horohov, 2006). Además, se ha determinado que los animales resistentes son capaces de desarrollar respuestas inmunes de tipo Th2, mientras que los susceptibles presentan mayor expresión de moléculas inhibitoras o reguladoras (Jacobs et al., 2016). Por último, los anticuerpos de tipo IgA presentes en saliva podrían estar participando en la resistencia a *H. contortus* ya que se han determinado niveles elevados de IgA específicos a L3, y en menor medida a L4, en animales resistentes a la infección (Shaw, Morris, Wheeler, Tate y Sutherland, 2012).

En Uruguay se comenzaron los estudios de resistencia en la raza Corriedale a partir de 1994, en la Central de Pruebas de Progenie "Dr. Alberto Gallinal" del SUL con los datos de los muestreos fecales y de genealogía de los animales. Entre dicho año y 1999 se evaluaron los reproductores mediante el modelo padre. A partir del año 2000 se comenzó la evaluación mediante el modelo animal e incorporando a los productores vinculados. Es así como a partir de 1999 se constituye en el SUL un núcleo de ovinos de raza Corriedale resistentes y con aceptable productividad. A partir del 2003 se conforma la línea divergente, es decir, susceptible (seleccionada por alto HPG). Posteriormente, se realiza la selección de animales resistentes por evaluación genética en raza Merino y Corriedale (Goldberg, Ciappesoni, De Barbieri, Rodríguez y Montossi, 2011), a través de la característica HPG, efectuándose evaluaciones mediante técnicas de genética cuantitativa sobre la Diferencia Esperada en la Progenie (DEP) y su correlación con características productivas (Ciappesoni et al., 2009). C

### **2.7.3. Vacunas**

La vacunación contra NGI es una opción muy atractiva para reducir el uso de antihelmínticos aun cuando no se ha establecido la RA (Smith, 1999; Dalton y Mulcahy, 2001).

Los avances más importantes en las vacunas para los NGI han sido caracterizar los antígenos protectores y antígenos ocultos, sin embargo, experimentalmente no se han logrado reducciones rápidas de la intensidad de NGI, los efectos de la vacunación serían más persistentes y los beneficios se obtienen a largo plazo (Newton y Munn, 1999).

El antígeno oculto H11 de *H. contortus* es una glicoproteína integrante de la membrana obtenida de las microvellosidades intestinales, ha mostrado ser eficaz probablemente por la relación específica con el anticuerpo que inhibe la actividad enzimática del antígeno (Newton y Munn, 1999).

Trabajos desarrollados en conjunto entre la Universidad de Monash (Victoria-Australia) y Pfizer Animal Health han llegado a proteger por encima del 60% tanto en el recuento de huevos como en la carga de nematodos adultos, en animales vacunados con antígenos de superficie larval de *H. contortus* (Piedrafita, Hosking, De Veer, Elhay y Meeusen, 2011).

La vacuna comercial (Barbervax™) se lanzó en Australia en 2014. Para la protección eficaz se requieren tres dosis de preparación antes del destete, luego refuerzos a intervalos de seis semanas. También se ha trabajado en el intento de desarrollar vacunas contra los otros principales nematodos limitantes de la producción, pero el progreso ha sido decepcionante (Broomfield, Doyle, Kahn, Smith, Walkden-Brown, 2020).

#### **2.7.4. Hongos con actividades antihelmínticas**

Existen más de 200 especies de hongos nematofagos descritas, la mayoría pertenecen a los denominados Deuteromycetes, los cuales constituyen un grupo heterogéneo y ubicuo, estos viven normalmente en forma saprofítica y ocupan diferentes nichos en el suelo, donde también pueden alimentarse de una amplia gama de nematodos de vida libre (Sagüés et al., 2011).

En esta medida de control los hongos están destinados a combatir los estados libres de NGL, por su capacidad de capturar larvas mediante trampas adherentes. El hongo penetra al interior de su presa perforando su cutícula y desarrollando un bulbo a partir del cual las hifas tróficas invaden progresivamente al parásito y absorben su contenido provocando la muerte (Mendoza et al., 1998).

Se estudió el efecto de la adición individual y simultánea de tres hongos nematofagos (*Monacrosporium eudermatum*, *Arthrobotrys oligospora* y *A. robusta*) en cultivos fecales de ovinos sobre el número de larvas infectantes de *H. contortus*. Con el primer hongo se observó una reducción del 97,7%, con el segundo del 98,2%, con el tercero del 10,1% y la combinación de los tres del 97,4% (Barnes, Dobson, Barger, 1995).

También se ha utilizado el hongo *Duddingtonia flagrans*, el cual tiene una amplia distribución mundial. Las clamidosporas de *D. flagrans* se adicionan al alimento y tienen la capacidad de atravesar el tracto gastrointestinal, pudiendo germinar para luego reducir el número de larvas en la materia fecal. El hongo produce una red de tipo tridimensional que atrapa a las larvas y las destruye. La temperatura óptima para el crecimiento y función depredadora del hongo se sitúa entre 10 y 30°C, otros factores tales como luz, humedad, pH y la presencia de oxígeno, pueden también influir en la formación de elementos de captura. El uso masivo de clamidosporas de *D. flagrans* no produce efectos adversos en el ambiente y el hongo no sobrevive largos períodos en el mismo (Sagüés et al., 2011).

En estudios de campo se han encontrado que dosificando con 500,000 clamidosporas de *D. flagrans* por kg de peso vivo en corderos y ovejas, se presenta una importante reducción (entre 24,2% y 49,2%) en la presencia de larvas infectantes en las praderas. La principal ventaja de este tipo de hongos es que si se utilizan correctamente no

producirá una eliminación total de la población larvaria, esto permite un aumento gradual de la inmunidad, lo que conlleva a una menor dependencia de los antihelmínticos (Barnes et al., 1995).

### **2.7.5. Manejo del Pastoreo**

El manejo del pastoreo consiste en diseñar estrategias que disminuyan la posibilidad de contacto entre las formas infectantes del parásito que se encuentran en las pasturas y el hospedero. Para ello se puede usar el descanso de los potreros, pudiendo obtener pasturas seguras o eventualmente limpias de parásitos. Se debe conocer la supervivencia de los estadios de vida libre, ya que al no haber contacto del hospedador con el parásito se produce una baja en la población de larvas infectantes y posterior muerte de las mismas. Otros factores que disminuyen la cantidad de larvas de vida libre son la acción directa de los rayos solares y la desecación. Basado en esto una estrategia es la de desocupar un potrero por un tiempo suficiente para que ocurra dicha mortalidad de las larvas (Barger, 1996). Sin embargo, la variabilidad de nuestro clima no ha permitido obtener información consistente respecto a los tiempos de descanso o pastoreo que debe tener un potrero para considerarse una pastura como segura (Castells, Salles, Rizzo y Nari, 2006).

La integración de pasturas seguras en el control parasitario potencializa y racionaliza el control químico. Desde el punto de vista del manejo, para obtener pasturas parasitológicamente controladas, los sistemas de pastoreo que se utilizan son alternos y rotativos (Quintana et al., 1987). En el pastoreo alterno se utilizan diferentes especies de animales (bovino y ovino) o categorías (adultos y jóvenes). Lo que lleva a un mejor aprovechamiento del recurso forrajero, también favorece la disminución de la contaminación con larvas infectantes de NGI en la pastura, reduciendo el riesgo de infección para los ovinos. Por ejemplo, introduciendo primero al pastoreo a los bovinos los cuales son menos susceptibles a los NGI, permiten el desarrollo de sólo algunos parásitos en su interior y la excreción de huevos disminuye ejerciendo un efecto aspiradora. Un ejemplo con resultado exitoso en el país ha sido con el manejo del cordero al destete, los cuales se ingresan a un potrero que durante 90 días estuvo sin pastoreo ovino y se lo pastoreaba únicamente con bovinos adultos, obteniéndose una pastura segura para el destete (Quintana et al., 1987).

En los sistemas de pastoreo rotativo, los animales no ocupan siempre toda el área de pastoreo, sino que en determinados momentos existen áreas que se mantienen libres de animales. Los tiempos de pastoreo o de permanencia pueden variar dependiendo de la calidad y disponibilidad de forraje. La subdivisión en potreros o parcelas determina que se pueda disminuir la permanencia o aumentar los períodos de descanso de las pasturas (Castells et al., 2006). Este sistema además de ser una herramienta utilizada en el control de NGI es una alternativa destinada a mejorar la utilización de las pasturas y aumentar la producción por hectárea. Si bien en estos sistemas las tasas de contaminación aumentan, los tiempos de permanencia cortos menores a 7 días, determinan que la contaminación ocasionada por los propios animales no tenga tiempo de reinfectarlos, ya que cuando las larvas están disponibles los animales abandonan el potrero. Los periodos de descanso pueden ser lo

suficientemente largos para hacer declinar drásticamente los niveles de contaminación de la pastura. En lugares templados la supervivencia larvaria es mayor, por esto la contaminación declina más lentamente, siendo más importante el tiempo de descanso (Barger, 1978; Barger, Siale, Banks y Le Jambre, 1994). En climas tropicales, se ha obtenido un adecuado control de NGI con tiempos de permanencia de cuatro días y descansos de 30 días, debido a que existe una mortandad de larvas entre las cuatro y seis semanas luego de la contaminación (Barger, 1996).

En condiciones óptimas de temperatura y humedad, el desarrollo de los huevos de *T. colubriformis* y *H. contortus* a la etapa infectiva de L3 se completa de 3 a 4 días (Hsu y Levine, 1977) estando disponible en el pasto a partir de los días 5 y 6 (Cheah y Rajamanickam, 1997). El tiempo de desarrollo de los estadios de vida libre hasta L3 infectante depende fuertemente de la temperatura, por ejemplo para *H. contortus* a 10 °C el tiempo de desarrollo fue de 16 días, disminuyendo a medida que aumenta la temperatura a 6,4 días a 20°C y a 3,5 días a 30°C (Smith, 1990). Al respecto, para evitar la autocontaminación de los animales los tiempos de permanencia utilizados deben ser más cortos en verano (cuatro días) y más largos en invierno (ocho días). De esta forma, cuando un número significativo de larvas infectantes estén disponibles en los pastos, los animales ya abandonaron el potrero, entonces las larvas tendrán que sobrevivir hasta el próximo pastoreo para infectar a un nuevo hospedador (Walkden-Brown et al., 2013).

También en estos sistemas se reporta que algunas parcelas presentan mayores cargas de estadios de vida libre, debido a que, en condiciones secas, la lluvia antes o los primeros días después de la deposición fecal es un requisito para el desarrollo exitoso de *H. contortus* y *T. colubriformis* de huevo a L3 fuera del sedimento fecal. Cuando las condiciones sean propicias habrá materia fecal fresca solamente en algunas parcelas (Khadijah, Kahn, Walkden-Brown, Bailey y Bowers, 2013).

Con respecto a los periodos de descanso entre pastoreos, lo que se debe lograr es que cuando retornen los animales a cada potrero ya hubiera ocurrido una muerte significativa de L3. Esta etapa es la más resistente a influencias ambientales adversas, pero como no puede alimentarse, la supervivencia se ve reducida por factores que aumentan la movilidad o la tasa metabólica, agotando sus reservas, siendo letal para la misma. En ambientes tropicales se ha observado el agotamiento completo de L3 dentro de 5 a 13 semanas para *H. contortus* y *T. colubriformis* (Banks, Singh, Barger, Pratap y Le Jambre, 1990). La vida media de la población de L3 fue de 93 días a 12°C y 85% humedad relativa y sólo de nueve días a 28°C y 35% humedad (Barger, Benyon y Southcott, 1972). En ambientes templados debido a la mayor supervivencia larvaria, cuando los tiempos de descanso no fueron suficientes, el pastoreo rotativo no interrumpe adecuadamente el ciclo de los NGI, dando como resultado que muchos estudios no muestran los beneficios importantes de este sistema en el control de NGI (Morgan, 1933; Morgan y Oldham 1934; Roe, Southcott y Turner, 1959).

El pastoreo rotativo puede ayudar en el control de los NGI, especialmente donde *H. contortus* es el nematodo más prevalente, el mismo lleva a tener menores conteos de

HPG, a efectuar menos tratamientos anuales y a disminuir la mortalidad asociada a la haemoncosis (Colvin, Walkden-Brown y Knox, 2012).

En estudios realizados en Uruguay sobre campo natural de basamento cristalino utilizando diferentes tiempos de permanencia en la parcela (continuo, 7 y 28 días) y de descanso (28, 56, 63 y 112 días) no se evidenciaron efectos de los mismos sobre la evolución de los NGI (Nari et al., 1986). En cambio, observaron una clara diferencia entre los años evaluados, debido a la variabilidad existente entre años, hay momentos sumamente favorables para los NGI (similar a climas tropicales) y otros muy desfavorables (similar a climas fríos o secos) (Castells et al., 2006).

### **3. HIPÓTESIS**

Los conteos de huevos por gramo en el grupo de corderos sobre pastoreo rotativo deberán ser inferiores al del grupo continuo, lo cual llevará a tener que efectuar menor número de tratamientos antiparasitarios en el periodo de estudio.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1. Objetivo general**

Comparar la dinámica poblacional de NGI en un sistema de pastoreo rotativo y otro continuo de recría de corderos en basalto.

#### **4.2. Objetivos específicos**

1. Evaluar los HPG y la dinámica de los géneros de NGI para cada sistema.
2. Determinar el peso vivo, el grado de FAMACHA<sup>®</sup> y la relación de los géneros de NGI presentes con los grados de FAMACHA<sup>®</sup>.
3. Relacionar la influencia de la temperatura y precipitaciones con los géneros parasitarios encontrados.

### **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **5.1. Caracterización del predio**

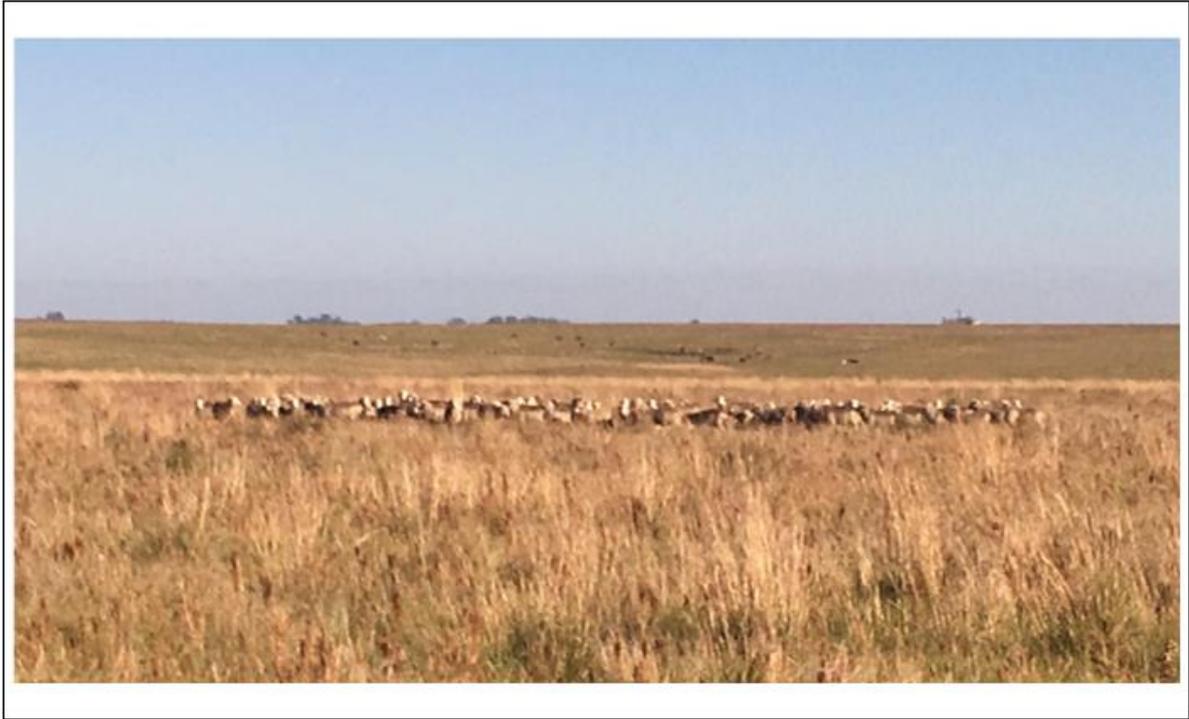
El trabajo se desarrolló en el establecimiento Centro de Innovación y Capacitación Ovina Mario Azzarini "CICOMA", SUL ubicado en camino vecinal a Termas del Arapey, a 20 km al oeste de la Ruta 4 a la altura de Pueblo Lavalleja, 10<sup>a</sup> Seccional policial del Departamento de Salto (31°03'15"S, 57°13'50"O). El predio consta de 624 ha, con un índice de CONEAT promedio de 117, el tipo de suelo es basalto, predominantemente basalto profundo y algo de superficial (SUL, s.f.). En el mismo se realizan distintos sistemas de producción, en ovinos uno de lanas finas con una majada Merino Australiano con venta de borregos de 4 dientes después de su segundo vellón, otro sistema de producción de carne ovina con una majada Corriedale PRO con venta de corderos pesados y en bovinos se realiza recría e invernada.

#### **5.2 Diseño del experimento**

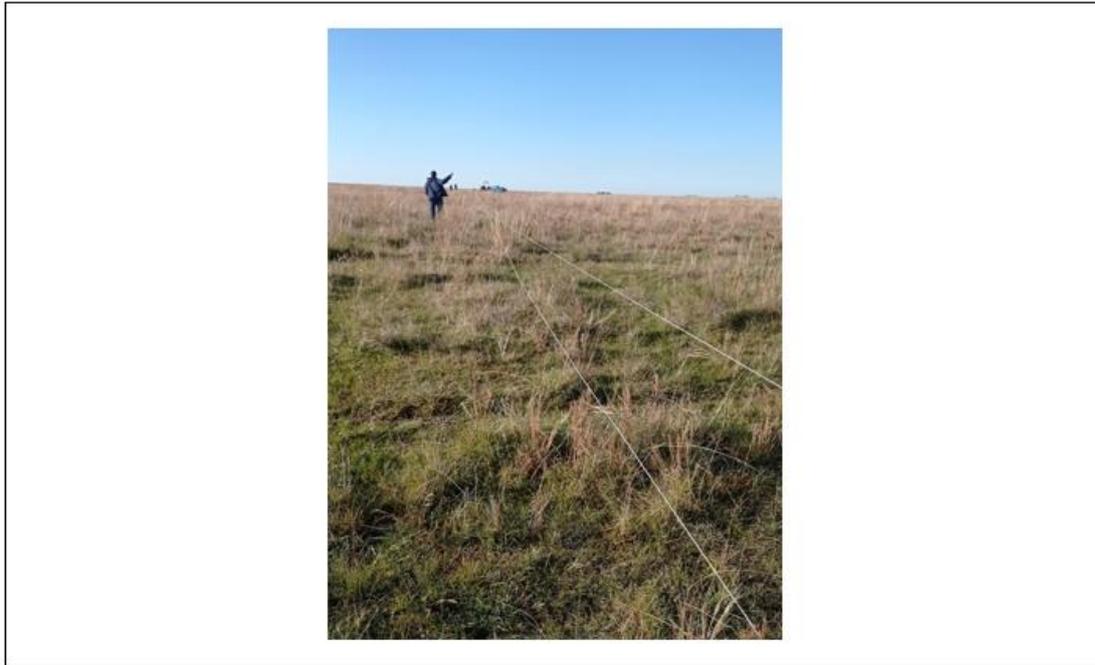
Los animales del estudio consistieron en dos lotes homogéneos cada uno integrado por 84 corderos/as diente de leche, destetados, de la raza Merino Australiano. Se ubicaron en dos módulos distintos de campo natural reservado de pastoreo ovino por 127 días, de 12 ha cada uno, uno bajo sistema continuo (Figura 6) y otro rotativo (Figura 7). En el caso del rotativo el mismo fue dividido en 14 parcelas mediante alambrado eléctrico, en las cuales los corderos rotaron cada 7 días a la siguiente parcela, cumpliendo con un descanso de 91 días hasta el retorno a cada parcela. En el módulo continuo los corderos permanecieron todo el periodo en el mismo potrero. Ambos potreros contaron con bebederos.

#### **Figura 6**

*Grupo de corderos en sistema continuo*



**Figura 7**  
*Armado de parcelas en el sistema rotativo*



Cada animal fue identificado con una caravana numerada y pintado en el dorso con color acorde al grupo, dentro de cada grupo se seleccionaron al azar 20 animales que se pintaron con color azul en la cabeza y a los cuales se extrajo materia fecal (Figura 8).

### **Figura 8**

*Corderos identificados con azul correspondientes a los que se extrajo materia fecal*

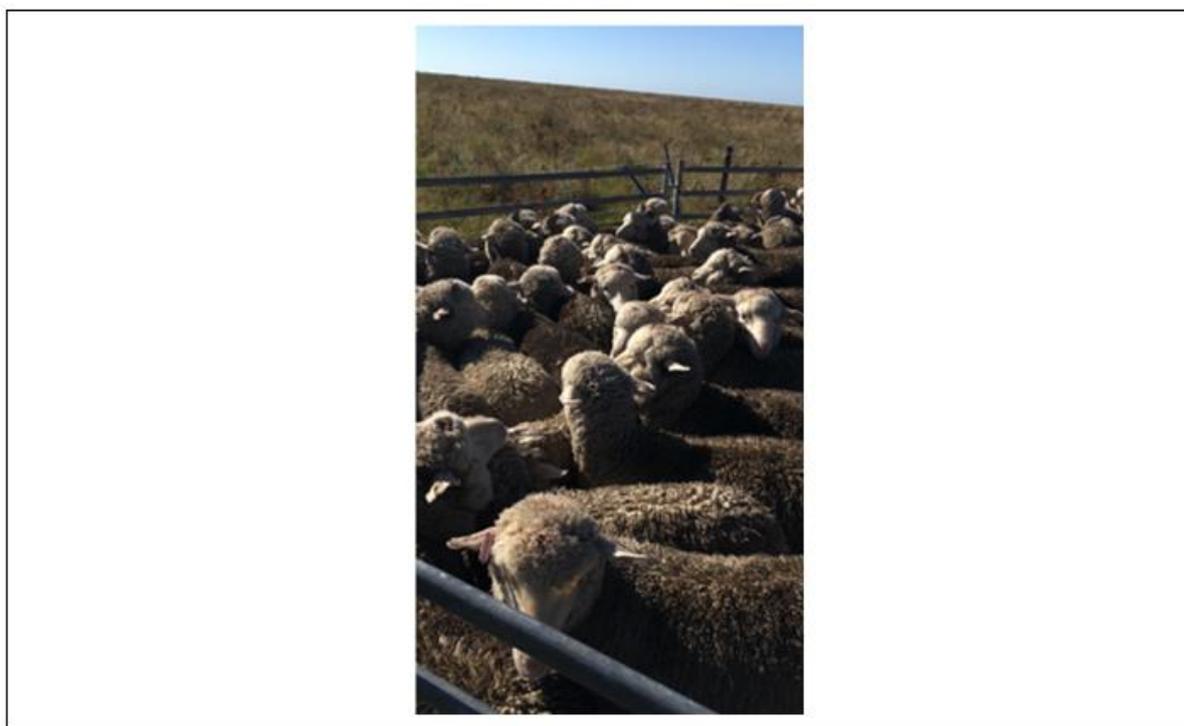


El manejo antihelmíntico para el ensayo fue con grupos químicos de probada eficacia en este establecimiento. Las dosificaciones se realizaron al inicio del estudio y luego

en base a los conteos, cuando el grupo de los animales superaban los 1000 HPG en promedio, a excepción de la última del grupo continuo que consideró cuestiones de manejo del establecimiento. También se tuvo en cuenta los géneros de NGI presentes en el cultivo de larvas y la época del año. Los antihelmínticos utilizados fueron Monepantel, Derquantel, Napthalofos y Moxidectina (Figura 9 y 10).

**Figura 9**

*Corderos encerrados en corrales portátiles previo a la dosificación antihelmíntica*



**Figura 10**

*Día de dosificación y pesaje de los corderos*



Los corderos recibieron suplementación al 1% del peso vivo con DDGS de maíz (Figura 11), durante los meses junio, julio y agosto, con motivo de lograr el peso vivo adecuado a la faena.

**Figura 11**  
*Suplementación de corderos en comederos lineales*



El periodo de estudio fue desde febrero hasta la venta de los animales en octubre de 2021. En las Figuras 12, 13 y 14 se observan actividades realizadas durante dicho periodo, esquila (15 de septiembre), toma de muestras y mediciones correspondientes y armado del lote de corderos para la venta.

**Figura 12**  
*Corderos luego de ser esquilados*



**Figura 13**  
*Trabajo de corral para toma de muestras y mediciones correspondientes*



## Figura 14

*Armado del lote de corderos para la venta*



El protocolo experimental tiene la aprobación de la CEUA del SUL desde el 18 de enero del 2021 hasta el 30 de setiembre del 2023.

### 5.3. Variables evaluadas

Se extrajeron muestras de materia fecal cada 15 días, a excepción de los dos primeros muestreos los cuales fueron mensuales debido a cuestiones de manejo relacionados a la pandemia por (SARS-CoV-2.). Las mismas fueron colocadas en bolsas de polietileno teniendo la precaución de que estén cerradas con la menor cantidad de aire, identificadas con el grupo y el número del animal y refrigeradas hasta su procesamiento en el laboratorio de Parasitología Veterinaria, CENUR Litoral Norte-Salto, Universidad de la República (Figura 15).

Para el recuento de HPG las muestras se procesaron utilizando la técnica cuantitativa de Mc Master modificada con una sensibilidad de 50 HPG (Thienpont, Rochette y Vanparijs, 1979). Así mismo para determinar los géneros de NGI presentes en cada muestreo se realizaron cultivos de larvas (Figura 16) a partir de un pool de materia fecal de cada grupo mediante el método descrito por Roberts y O'Sullivan (1949). Y posterior identificación de las L3 de nematodos utilizando las claves propuestas por Niec (1968).

**Figura 15**

*Procesamiento de muestras en el Laboratorio de Parasitología, Cenur Litoral Norte Salto, Universidad de la República*



**Figura 16**

*Cultivos de larvas de nematodos gastrointestinales mediante la técnica de Roberts y O'Sullivan*



También se realizó FAMACHA® cada 15 días (Salles, 2008) y se pesaron los animales individualmente cada mes con balanza electrónica tru-test, en casilla Farmquip (Figura 17 y 18), con una precisión de 0,5 kg.

**Figura 17**  
*Pesaje mensual de corderos*



## Figura 18

*Balanza electrónica Tru-Test con casilla de pesaje individual Farmquip*



Los datos meteorológicos de temperatura y precipitaciones se obtuvieron de la página web Nasa Power Data(<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>)

### 5.4. Análisis de los datos

Las variables HPG, FAMACHA® y peso vivo, fueron analizadas mediante un modelo lineal corrigiendo por sexo (macho o hembra) y tipo nacimiento (único o mellizo) de los corderos como efectos fijos además del efecto del tratamiento (Rotativo y continuo).

Se normalizó la variable HPG mediante el logaritmo en base e ( $\ln(\text{HPG}+100)$ ).

El test que se aplicó fue Tukey-Kramer con una significancia de ( $p < 0,05$ ).

Se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (OnDemand for Academics, Versión 9.4 SAS Institute, Cary, NC, USA).

## 6. RESULTADOS

### 6.1.1 Evolución de los conteos de HPG para cada sistema

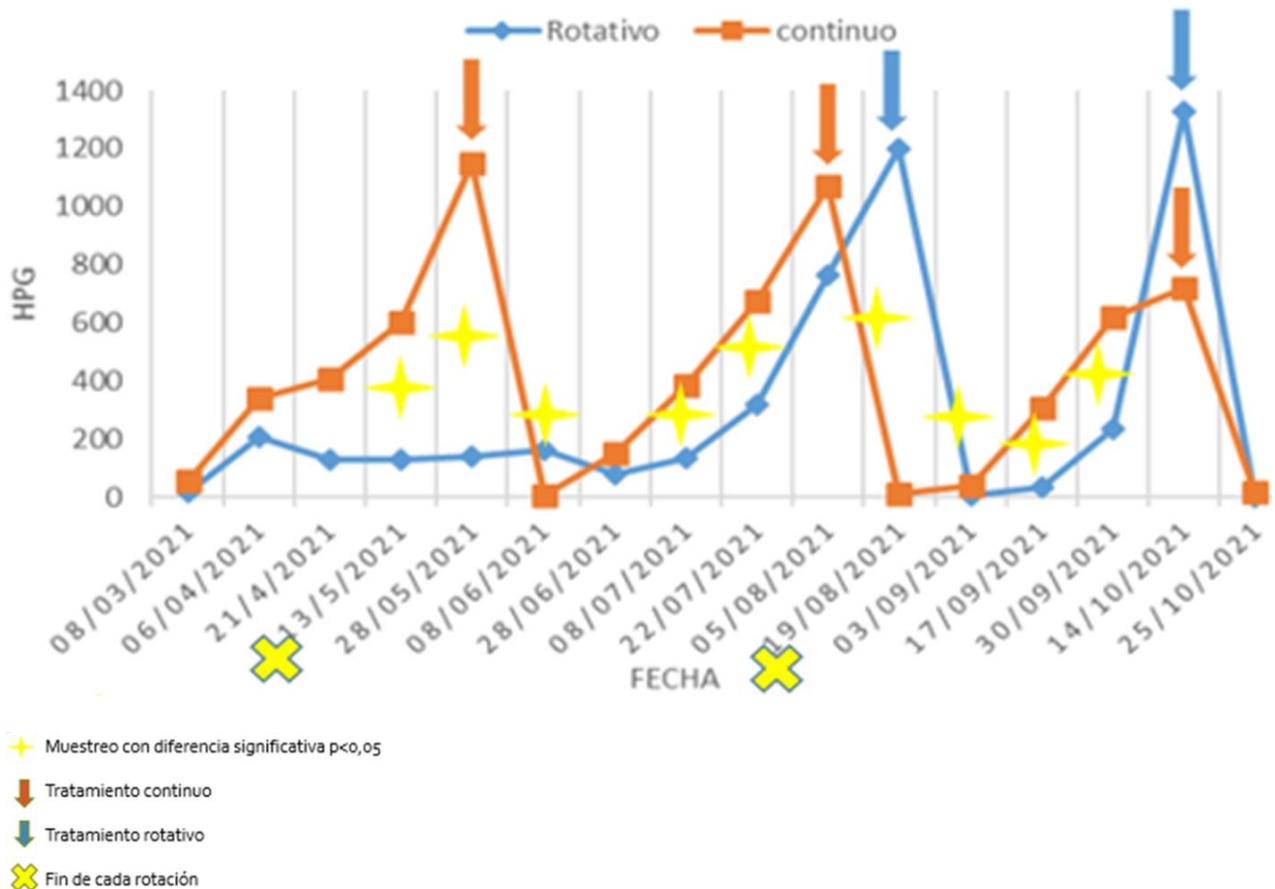
En la Figura 19 se observa la evolución de los promedios de los conteos de HPG en el transcurso del estudio, en azul el grupo de corderos en sistema rotativo y en naranja en sistema continuo. En los dos primeros muestreos no se observan diferencias significativas en los niveles de HPG (8 de marzo y 6 de abril). A partir del muestreo número 3 los recuentos de HPG en el grupo continuo siguieron aumentando hasta el quinto donde se observan diferencias significativas entre los grupos. En cambio, se observó una disminución en el rotativo hasta el muestreo número 8. Posteriormente en el muestreo número 6 el continuo baja drásticamente debido a que se aplicó el primer tratamiento antihelmíntico con Napthalofofos y Moxidectina. Luego los dos grupos siguen la misma tendencia en los muestreos 7, 8, 9 y 10, en el cual se aplica el segundo tratamiento con Monepantel al grupo continuo, bajando este a menos de 50 HPG en el muestreo 11. El rotativo siguió aumentando el HPG hasta que se aplicó el primer tratamiento con Monepantel en el muestreo número 11, en el 12 los dos grupos están bajos de HPG, en el 13,14 y 15 los dos grupos aumentan los conteos y se aplica tratamiento con Napthalofofos a ambos grupos en el 15, bajando así a menos de 50 HPG para el último muestreo.

En el caso del rotativo el ingreso a la primera parcela fue el 5 de febrero, reingresando el 14 de mayo y el 20 de agosto por segunda y tercera vez respectivamente, teniendo un descanso de cada parcela de 91 días.

Durante el periodo de estudio los corderos en sistema continuo recibieron 3 tratamientos antihelmínticos, mientras que los del grupo rotativo recibieron 2.

### **Figura 19**

*Evolución de los conteos de HPG para el sistema rotativo y continuo en el transcurso del periodo de estudio*



### 6.1.2 Dinámica de los géneros de NGI para cada sistema

En cuanto a la dinámica poblacional podemos observar similitud en la evolución de géneros entre los dos sistemas durante el periodo de estudio (Tabla 1), viéndose al inicio en el otoño una población predominante de *Haemonchus* sobre los otros géneros durante los primeros 4 muestreos.

Posteriormente a partir del muestreo número 5 en junio el género predominante pasa a ser *Trichostrongylus*. También se observan aumentos de *Ostertagia* en junio y julio (invierno) y descensos importantes en el género *Haemonchus*.

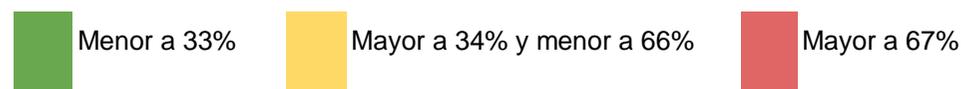
Durante agosto y setiembre *Trichostrongylus* continúa siendo el más prevalente con una baja participación de los otros géneros.

En octubre (primavera) *Haemonchus*, vuelve a ser el más prevalente hasta el final del estudio (Figuras 20 y 21).

**Tabla 1**

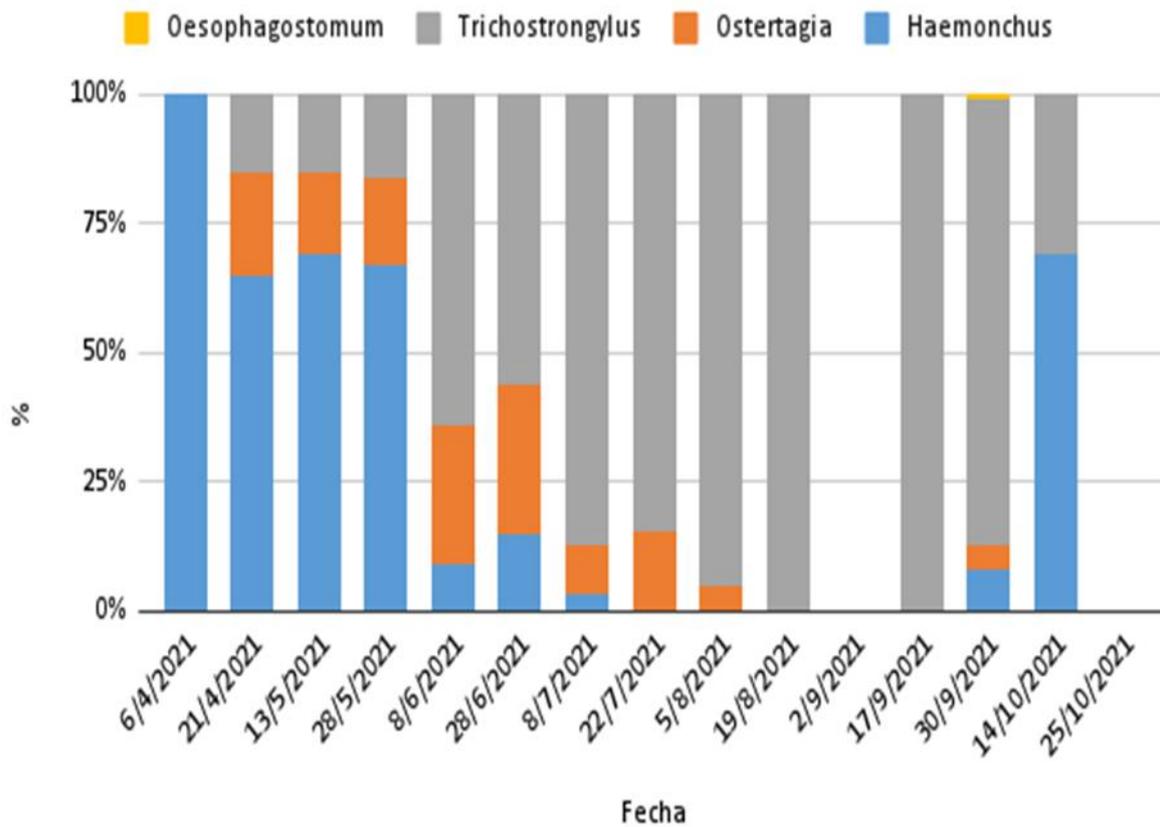
Porcentajes de géneros de nematodos gastrointestinales presentes en los cultivos de larvas según fecha de muestreo

Fecha	Rotativo				Continuo			
	Haemonchus	Ostertagia	Trichostrongylus	Oesophagostomum	Haemonchus	Ostertagia	Trichostrongylus	Oesophagostomum
6/4/2021	100	0	0	0	100	0	0	0
21/4/2021	65	20	15	0	89	3	3	5
13/5/2021	69	16	15	0	77	6	17	0
28/5/2021	67	17	16	0	56	19	25	0
8/6/2021	9	27	64	0	16	37	47	0
28/6/2021	15	29	56	0	2	13	85	0
8/7/2021	3	10	87	0	2	12	86	0
22/7/2021	0	14	76	0	0	3	97	0
5/8/2021	0	5	95	0	0	4	96	0
19/8/2021	0	0	100	0	0	0	100	0
2/9/2021	0	0	0	0	0	0	0	0
17/9/2021	0	0	100	0	0	8	92	0
30/9/2021	8	5	86	1	5	3	85	7
14/10/2021	69	0	31	0	49	7	44	0
25/10/2021	0	0	0	0	0	0	0	0



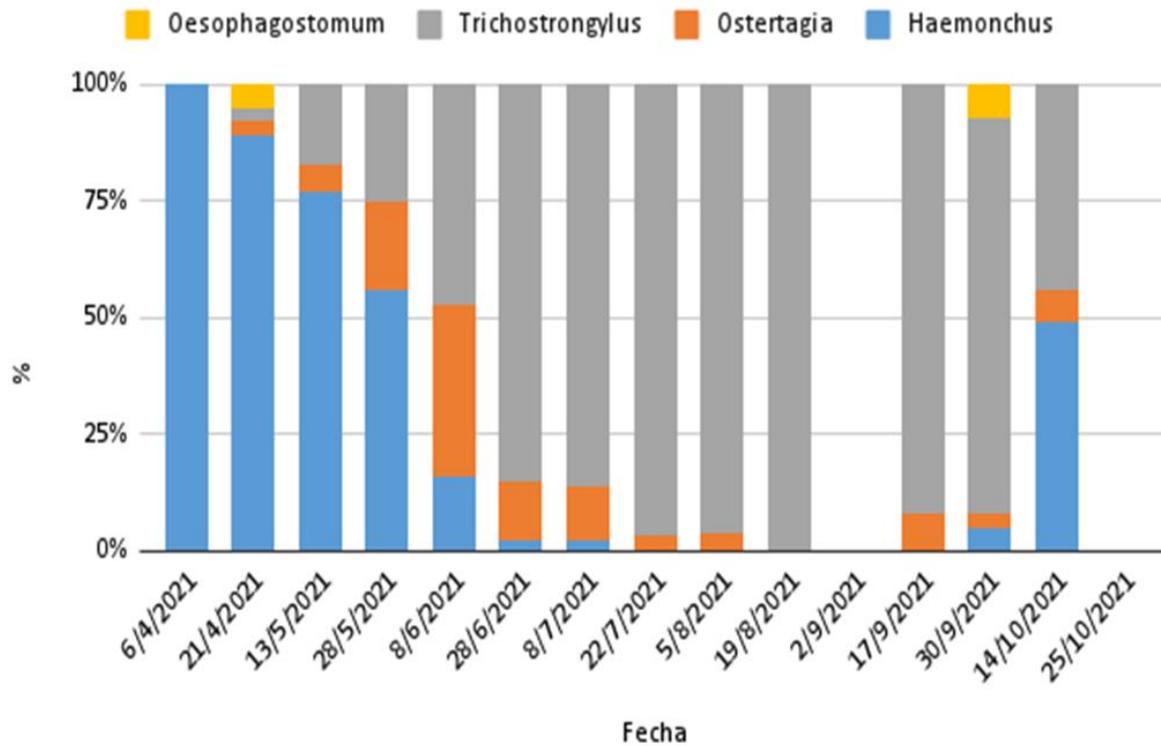
**Figura 20**

Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales en corderos del sistema rotativo



**Figura 21**

Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales en corderos del sistema continuo



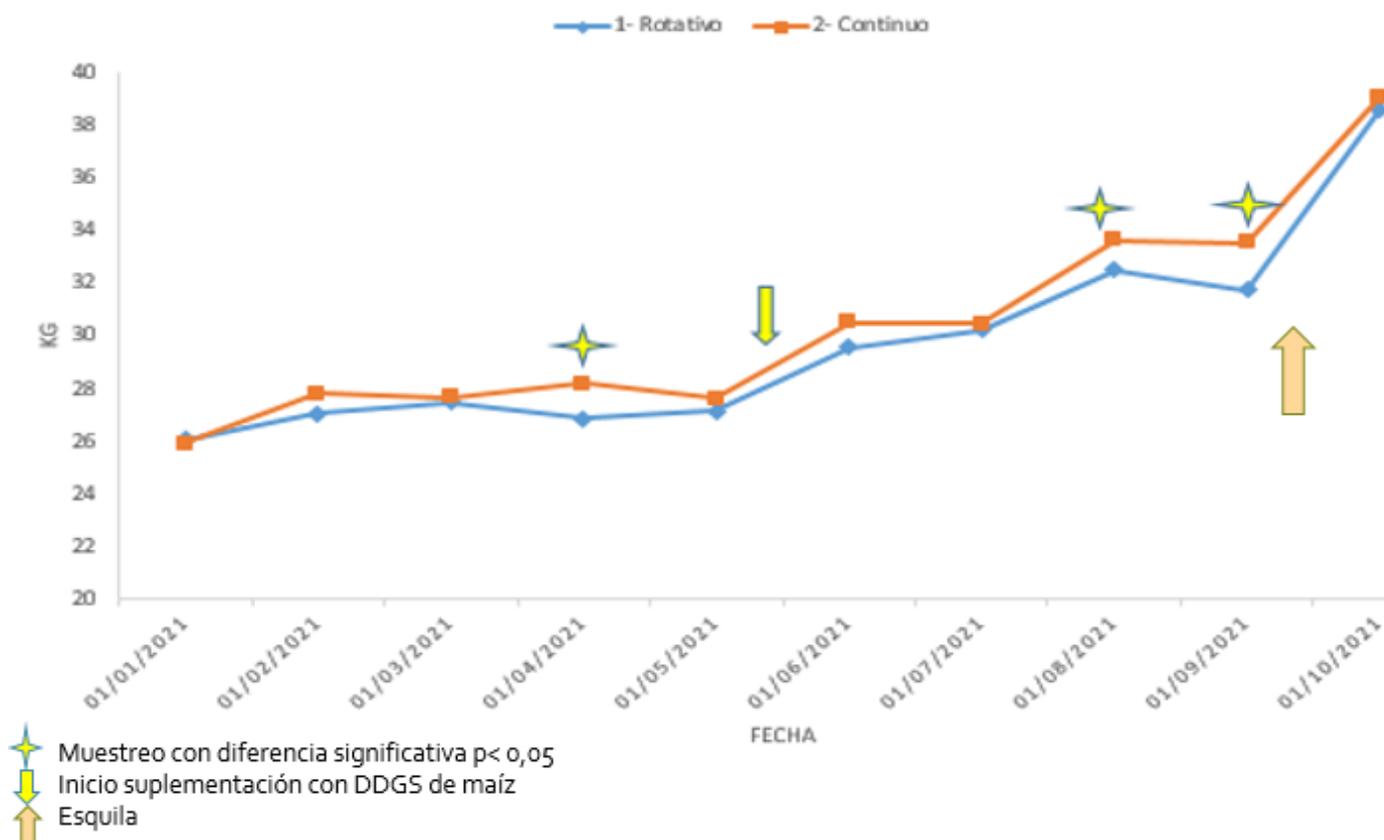
### 6.2.1 Evolución del peso vivo

En la Figura 22 se observa la evolución del peso vivo de los corderos para los sistemas, en la misma se ve que ambos grupos cuentan con ganancias de peso similares, observándose diferencias significativas en los muestreos números 4, 8 y 9 en los cuales los del grupo continuo ganaron más, pero al final del estudio los corderos del grupo rotativo igualan el peso.

También se visualiza como aumentan las ganancias de peso después de que se agrega la suplementación con DDGS de maíz al 1% del peso vivo.

#### Figura 22

*Evolución del peso vivo de los corderos para cada sistema (medias de mínimo cuadrado por tratamiento)*



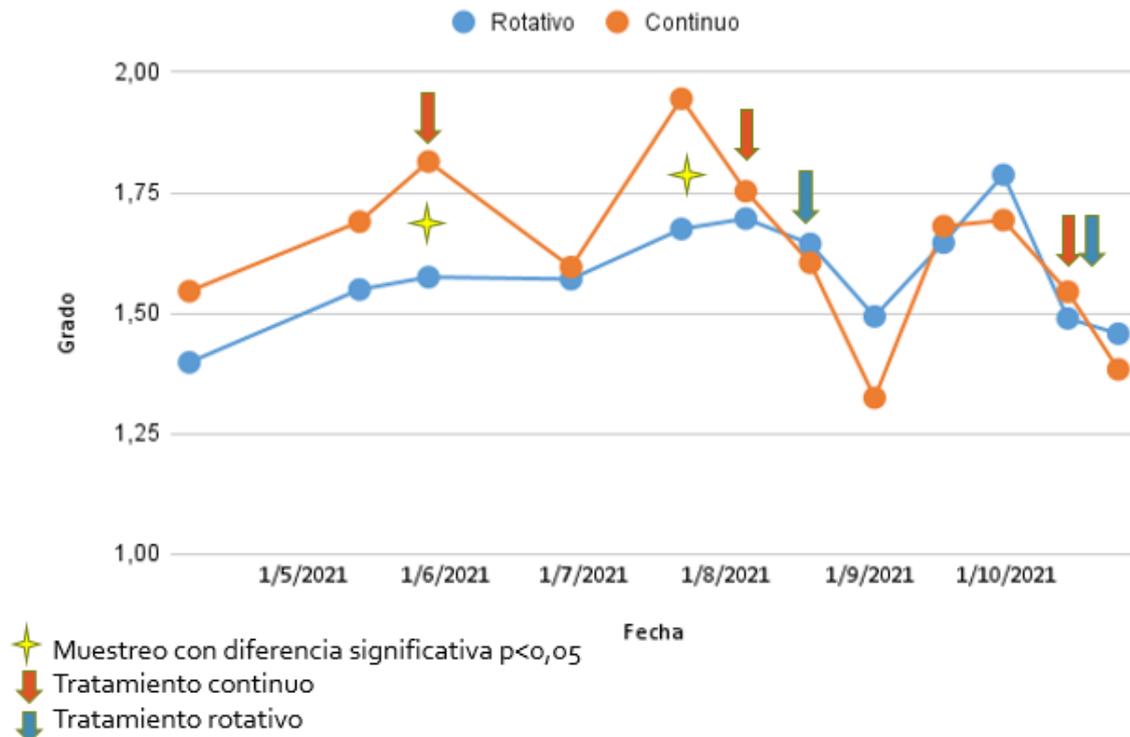
### 6.2.2 Grado de FAMACHA®

En cuanto a los promedios de FAMACHA® se observa en la Figura 23 que durante el periodo de estudio se mantuvieron en niveles bajos (1 y 2), con escasos registros individuales que alcanzaron el valor de 3 y una vez de 4. En el sistema rotativo el grado de FAMACHA® se mantuvo estable durante el período de estudio. En el sistema continuo se presentó una evolución similar observándose diferencias significativas con respecto al rotativo en el muestreo 3 y 5.

Se aprecia como luego de los tratamientos que están indicados con flecha el FAMACHA® disminuye.

#### Figura 23

*Evolución de los Grados de FAMACHA® para el sistema rotativo y continuo durante el periodo de estudio (medias de mínimo cuadrado)*



### 6.2.3 Relación del FAMACHA® con los géneros de nematodos gastrointestinales presentes

Durante el ensayo no se evidenció que los géneros predominantes (*Haemonchus* o *Trichostrongylus*) tuvieran una influencia en la evolución del grado de FAMACHA® ya que los valores de FAMACHA® en promedio se mantuvieron entre 1 y 2 (Figura 20 y 21). A su vez en el muestreo 7 que se observan diferencias significativas entre los sistemas, no había *haemonchus* en los cultivos de larvas

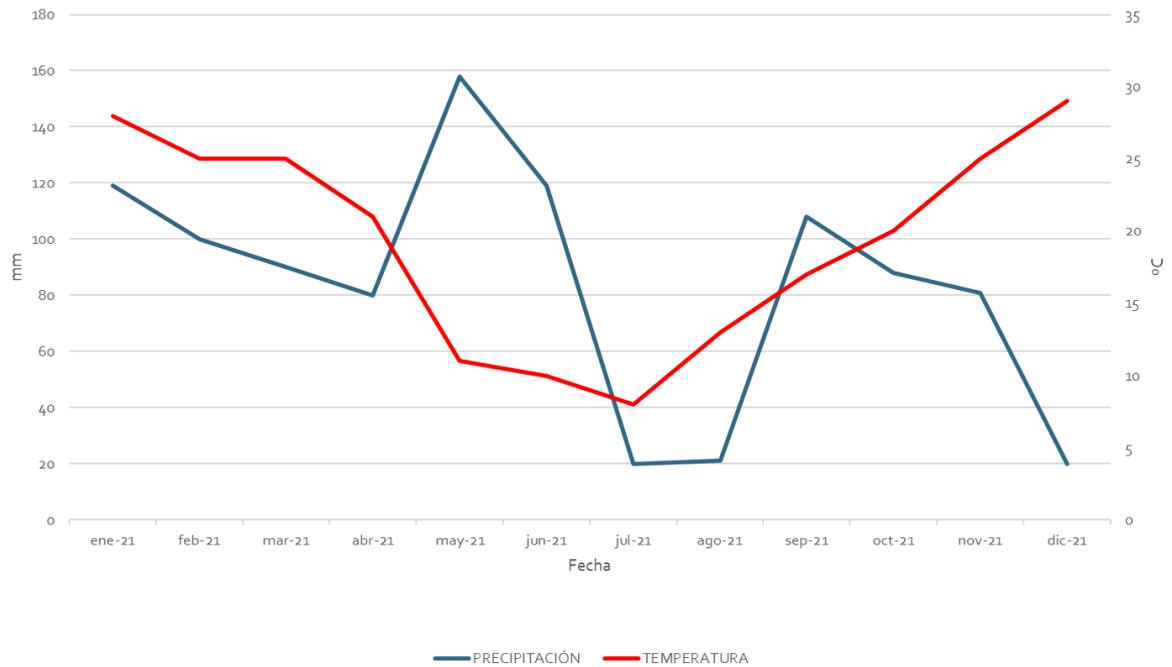
## 6.3 Influencia de la temperatura y precipitaciones en los géneros parasitarios

### 6.3.1 Precipitaciones durante el año de estudio

En la Figura 24 se observa la distribución de las precipitaciones durante el año, con un total de lluvia de 1000 milímetros, lo cual estaría un poco por debajo de los promedios acumulados anualmente en el país que son entre 1200 y 1600 milímetros. Además, la distribución de las precipitaciones no fue homogénea, registrando los mayores valores en mayo y los menores en julio y diciembre.

### Figura 24

Promedio de precipitaciones mensuales y de temperatura media mensual durante el año de estudio



### 6.3.2 Temperatura media en el año de estudio

En la Figura 24 se observan los registros de temperatura media mensual para el periodo de estudio. Los valores de temperatura media más elevados se dieron en diciembre (verano) y los mínimos en julio (invierno).

En cuanto a la influencia de la temperatura y las precipitaciones sobre los géneros, se observa que en el verano y otoño, en los cuales las precipitaciones tuvieron un mínimo mensual de 80mm y un máximo de 160 mm y la temperatura fue de 30° C a 12 °C el género más prevalente fue *Haemonchus*, posteriormente en invierno cuando se da un descenso tanto en la temperatura como en las precipitaciones la prevalencia cambia a favor de *Trichostrongylus* hasta principios de primavera, cuando nuevamente las temperaturas comienzan a ascender y *Haemonchus* recobra importancia, así en octubre con 20° C se vuelve nuevamente el más prevalente.

## 7. DISCUSIÓN

En primer lugar, es necesario destacar el comportamiento de los niveles de HPG del período de estudio. La tendencia similar de los HPG bajos en los muestreos 1 y 2 se podría explicar porque los dos sistemas tuvieron el mismo manejo previo al ingreso (potreros libres de ovinos por 109 días con pastoreo bovino y dosificación). El pastoreo alterno con bovinos adultos lleva a una disminución de la contaminación con larvas infectantes de NGI en la pastura debido a la resistencia que estos ofrecen y mediante el “efecto aspiradora” reducen el riesgo de infección de los ovinos con estos parásitos. En este sentido, en Uruguay se lograron pasturas seguras para el destete de los corderos cuando ingresaron a potreros que durante 90 días fueron pastoreados únicamente con bovinos adultos, las mismas fueron efectivas en el control parasitario hasta por lo menos 3 meses post-destete (Quintana et al., 1987).

A partir del muestreo 3 y hasta el 7, se observaron las mayores diferencias entre los sistemas en la evolución del HPG, esto se podría deber a que las parcelas del grupo rotativo cumplían con un periodo de descanso de 91 días luego de cada pastoreo, por lo tanto, era esperable que la carga parasitaria en ellas fuera menor. En el grupo continuo sucedió lo contrario, ya que los corderos permanecieron en el mismo potrero durante todo el estudio, siendo una fuente de contaminación permanente para la pastura. Este comportamiento también fue observado en el estudio de Walkden-Brown et al. (2013), en el cual se estudiaron grupos con las mismas características que en este ensayo y se registraron conteos inferiores y menos tratamientos anuales para el pastoreo rotativo. Este efecto según Colvin et al. (2012), estaría explicado por la reducción del desafío de larvas en el pasto para los sistemas de pastoreo rotativo. Tal como observó Barger (1996), con el descanso de potreros se puede obtener pasturas seguras o limpias, por la disminución de larvas infectantes, debido a la acción directa de los rayos solares, la desecación y también por el agotamiento de sus reservas energéticas. También concluyó que en lugares templados son necesarios periodos de descanso de potreros de 90 días debido a que la supervivencia larvaria es mayor. Con respecto a el tiempo de permanencia de siete días, se puede decir que el mismo aseguraba que cuando la mayoría de las larvas infectantes estuvieran disponibles para los animales, los mismos ya no estaban en esa parcela, aunque sí se daban las condiciones óptimas para el desarrollo larvario una parte de las mismas podría contaminar a los corderos. En estudios realizados por Hsu y Levine (1977) se observó que bajo condiciones ambientales óptimas el desarrollo de los huevos de *T. colubriformis* y *H. contortus* a la etapa infectiva de L3 demora de tres a cuatro días, con posterior aparición en el pasto en los días cinco y seis. Estas larvas que no fueron ingeridas en los siete días de permanencia deberán esperar 91 días más para que los animales retornen a esa misma parcela, entonces las larvas tendrán que sobrevivir hasta el próximo pastoreo para infectar un hospedador (Walkden Brown, 2013). La supervivencia de la L3 infectante en la pastura va desde nueve días a 28°C y 93 días a 12°C (Barger et al., 1972), con respecto a esto Morgan (1933) observa que en lugares templados la supervivencia larvaria es mayor.

A continuación del muestreo 7, a los 5 meses de comenzado el estudio, ambos grupos presentaron la misma tendencia, desde aquí hacia adelante se puede interpretar que independientemente del sistema en el que estaban los corderos los conteos de HPG

aumentaban de forma similar. Este comportamiento entre grupos fue reportado en los estudios de Castells et al. (2006), que en términos generales vieron que la evolución de los HPG de grupos de pastoreo continuo y rotativo con diferentes tiempos de permanencia y descanso no mostraron diferencias significativas, y sugirieron que hay un factor año (registros pluviométricos y de temperatura) que influye más en la evolución de las parasitosis y que está por encima de los sistemas de pastoreo evaluados.

Con respecto al aumento de los conteos de HPG para el grupo rotativo, se podría pensar que fue debido a que los corderos ingresaron a parcelas que tenían mayores cargas de estadios de vida libre. En estos sistemas de pastoreo algunas parcelas presentan mayores cargas de estadios de vida libre que otras, debido a que en condiciones secas la lluvia antes o los primeros días después de la deposición fecal es un requisito para el desarrollo exitoso de *H. contortus* y *T. colubriformis* de huevo a L3 infectante fuera del sedimento fecal y cuando las condiciones sean propicias habrá materia fecal fresca solamente en algunas parcelas (Khadijah et al., 2013).

Otro trabajo realizado en la zona de basalto en Uruguay donde se utilizó pastoreo alterno y rotativo en corderos al destete junto a bovinos adultos, con tiempos de permanencia de siete días y de descanso de 77 días, con una carga de 2,89 corderos por hectárea, obtuvo resultados similares en el tiempo que transcurrió desde el destete a la primera dosificación (Nari et al. 1987). Las diferencias con nuestro estudio fueron, menores tiempos de descanso y menor carga animal. Según Pereira et al. (2013), el incremento de la carga ovina tiene asociación estadísticamente significativa con el aumento de infestación parasitaria, con respecto a lo anterior se puede decir que en este estudio a pesar de las altas cargas de corderos por hectárea se logró mantener los animales en bajo riesgo parasitario por seis meses post destete.

Durante el periodo de estudio la dinámica poblacional de los géneros de NGI concuerda con la reportada para el país. Donde los géneros de nematodos se presentan con diferente frecuencia a lo largo del año dependiendo de las condiciones climáticas, fundamentalmente de la temperatura y humedad. De este modo *H. contortus* prevalece en clima más bien cálido apareciendo en primavera, otoño y principalmente en el verano si se dan condiciones elevadas de humedad, en el invierno disminuye su aparición. En cambio, *T. colubriformis* se presenta en clima un poco más frío, en otoño-invierno fundamentalmente y en primavera (Castells, 2004). La similitud de los géneros parasitarios entre los sistemas de pastoreo evaluados también fue observada por Nari et al. (1987) en el cual observaron que más allá del método de pastoreo aplicado las poblaciones parasitarias en las pasturas son difíciles de cambiar cualitativamente.

Contrario a lo anterior, Bailey, Kahn y Walkden-Brown (2009) en un experimento de cuatro años, observaron que, en sistemas de pastoreo rotativos, hubo una reducción de *H. contortus* del 20,3%, un aumento en las proporciones de *T. colubriformis* en 10,6% y de *O. circumcincta* en 8,6%, en comparación con sistemas de pastoreo continuos. La menor proporción de *Haemonchus* observada, probablemente refleja su mayor susceptibilidad a la interrupción del ciclo de vida por el manejo del pastoreo. También se reporta la capacidad superior de los géneros *Trichostrongylus* y *Teladorsagia* para sobrevivir en la etapa de huevo embrionado durante condiciones frías y secas (Colvin, Walkden-Brown, Knox y Scott, 2008).

En lo que respecta a la evolución del peso vivo de los corderos para ambos sistemas, se evidenciaron ganancias similares al final del ensayo, aunque durante el desarrollo existieron diferencias significativas en tres momentos incluso cuando se decidió suplementar. Según Barger (1996) el pastoreo rotativo tiene una desventaja con respecto al pastoreo continuo ya que, al quedar los potreros libres por algunos meses, se produce una pérdida en la calidad de la pastura, lo cual es perjudicial para la ganancia de peso de los ovinos. Por su parte, Piaggio (2014) observó que corderos alimentados en base a pasturas nativas presentaron bajas tasas de ganancia de peso, que son inferiores a las requeridas para lograr un adecuado desarrollo y en corderos bajo suplementación al 1% del peso vivo se evidenciaron tasas de ganancia mayores. Este aumento en las ganancias de peso vivo se evidenció en el presente trabajo, luego de que se comienza la suplementación con DDGS al 1% del peso vivo.

En relación al grado de FAMACHA<sup>®</sup>, se evidenciaron evoluciones similares para ambos sistemas, el valor promedio de FAMACHA<sup>®</sup> no alcanzó el grado de 2, esto podría estar explicado por que el nivel de infección de las poblaciones de *Haemonchus* registradas no fue suficiente como para que afecte la coloración de la mucosa. *Haemonchus* en su estado larvario (larva 4 y 5) y adulto es un nematodo altamente hematofago que consume aproximadamente 0,05 mL de sangre diario por cada ejemplar adulto. Esto junto con las lesiones hemorrágicas que provoca en el abomaso al dañar la mucosa, puede llevar a anemia si no es controlado (Fiel y Nari, 2013). La explicación a que en este estudio el FAMACHA<sup>®</sup> fue bajo podría deberse a que la carga parasitaria no fue suficiente para producir un grado de anemia tal que cambie la coloración de la conjuntiva ocular. En este sentido, se ha observado que, en situaciones de bajos niveles de parasitismo, FAMACHA<sup>®</sup> no es buen indicador de infección, en cambio existe correlación significativa entre HPG y hematocrito (Hernández, Sterla y Cedano, 2015).

La sensibilidad del método FAMACHA<sup>®</sup> en ovinos tiene valores entre 67-69% (Bath, Hansen, Krecek, Van Wyk y Vatta, 2001). Esto es debido a que existen otras causas de anemia en ovinos que pueden causar confusión, como, por ejemplo, la fasciolosis, parásitos externos, hemoparásitos, infecciones y deficiencias nutricionales. No obstante, la parasitosis por *H. contortus* es la causa más importante (Cuéllar, 2007).

Los registros de precipitación acumulada anual sobre el territorio uruguayo se sitúan entre 1200 y 1600 milímetros, con los menores valores situados al Suroeste y los máximos al Noreste. Los valores promedio acumulados de la lluvia mensuales varían entre 60 mm y 140 mm y estos se pueden apartar considerablemente de los promedios, dada la gran variabilidad interanual. La temperatura media anual del Uruguay es de 17,7°C, 19,8°C para el Noroeste y 16,6°C para la costa Sur. Las temperaturas medias más altas se presentan en los meses de enero y febrero, y las más bajas en junio y julio (Castaño et al., 2011).

De acuerdo a lo anterior y a los registros meteorológicos de precipitaciones y de temperatura durante el año de estudio se puede decir que fue bastante típico con respecto a los promedios históricos de temperaturas y precipitaciones, también las mismas se distribuyeron de forma esperada.

Con respecto a la influencia de la temperatura y las precipitaciones sobre los géneros parasitarios encontrados, se puede decir que se dio de acuerdo a los resultados previamente reportados. En los momentos de temperaturas bajas el género

predominante fue *Trichostrongylus* y cuando las temperaturas fueron mayores el género más prevalente fue *Haemonchus*. Este comportamiento fue observado en el estudio de Fiel y Nari (2013) en el concluyeron que el ciclo biológico de *H. contortus* se acelera en forma lineal dentro de los 5 a 35°C.

En base al diseño utilizado se dieron tres dosificaciones en el grupo continuo y dos en el rotativo. Esto contribuirá a una menor presión de selección a genes de resistencia a los ATH, a disminuir residuos en los tejidos animales y así como los costos de sanidad.

## **8. CONCLUSIONES**

El sistema rotativo logró tener menores conteos de HPG sin dosificaciones hasta seis meses posteriores al comienzo del estudio.

Desde el comienzo del tercer ciclo de rotación en las parcelas el comportamiento en la evolución de los HPG tuvo la misma tendencia en ambos sistemas.

La dinámica poblacional de los nematodos gastrointestinales fue similar independientemente del sistema de pastoreo utilizado.

El peso vivo final de los corderos no mostró diferencias significativas entre ambos sistemas.

El grado de FAMACHA® no se vio afectado por los niveles de HPG presentados en el ensayo.

El pastoreo rotativo podría ser utilizado en programas de control integrado de parásitos, disminuyendo el número de dosificaciones, la presión de selección a genes de resistencia a los antihelmínticos y los residuos de antihelmínticos en los tejidos de los animales

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Albers, G.A.A. y Gray G.D. (1987). Breeding for worm resistance: a perspective. *International Journal Parasitology*, 17, 559-566.
- Argüello D.A. (2007). *Control de endoparásitos por medio de productos homeopáticos en un rebaño en el departamento de Cundinamarca*. (Tesis de grado). Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de la Salle, Bogotá.
- Bailey, J.N., Kahn, L.P. y Walkden-Brown, S.W. (2009). Availability of gastro-intestinal nematode larvae to sheep following winter contamination of pasture with six nematode species on the Northern Tablelands of New South Wales. *Veterinary Parasitology*, 160(1–2).
- Baker, R. L. y Gray, G. D. (2004). Appropriate breeds and breeding schemes for sheep and goats in the tropics. En R.A. Sani, G.D. Gray y R.L. Baker, (Eds.) *Better Worm Control for Small Ruminants in Tropical Asia* (pp. 63–95). Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research.
- Banks, D.J.D., Singh, R., Barger, I.A., Pratap, B. y Le Jambre, L.F. (1990). Development and survival of infective larvae of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* on pasture in a tropical environment. *International Journal for Parasitology*, 20(2), 155-160.
- Barger, I.A. (1978). Grazing management and control of parasites in sheep. En A.D., Donald, W.H. Southcott y J.K. Dineen (Ed.), *The epidemiology and control of gastrointestinal parasites of sheep in Australia* (pp. 53-65). Sydney: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization.
- Barger, I.A. (1996). Prospects for integration of novel parasite control options into grazing systems. *International Journal Parasitology*, 26, 1001-1007.
- Barger, I.A., Benyon, P.R. y Southcott, W.H. (1972). Simulation of pasture larval populations of *Haemonchus contortus*. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 9, 38–42.
- Barger I.A., Siale K., Banks D. y Le Jambre L. (1994). Rotational grazing for control of gastrointestinal nematodes of goats in a wet tropical environment. *Veterinary parasitology*, 53, 109-116.
- Barnes, E.H., Dobson, R.J., Barger, I.A. (1995). Worm control and anthelmintic resistance: adventures with a model. *Parasitology Today*, 11, 55-63.
- Bath, G., Hansen, J., Krecek, R., Van Wyk, J. y Vatta, A. (2001). *Sustainable approaches for managing Haemonchosis in sheep and goats, final report of FAO*. Recuperado de <http://cnia.inta.gov.ar/helminto/pdf%20alternativos/Sustainable%20approaches%20for%20managing%20haemonchosis%20in%20sheep%20and%20goats.pdf>.

- Berretta, E. (2003). Uruguay. Perfil del Recurso Pastura/Forraje. Recuperado de [https://produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/origenes\\_evolucion\\_y\\_estadisticas\\_de\\_la\\_ganaderia/44-uruguay.pdf](https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_y_estadisticas_de_la_ganaderia/44-uruguay.pdf)
- Bonino, J. (2002). Resistencia antihelmíntica de parásitos gastrointestinales en ovino. En INIA-SUL (Ed.) *Jornada Técnica: Parasitosis gastrointestinales de los ovinos: Situación actual y avances de la investigación* (pp. 6-10), Durazno: Santa Bernardina.
- Bottaro, M.P. (2018). *Encuesta nacional ganadera, datos preliminares y datos de stock ovino (SNIG)*. Montevideo: SUL.
- Broomfield, M.A., Doyle, E.K., Kahn L.P., Smith, W.D., Walkden-Brown, S.W. A simplified Barbervax® vaccination regimen in lambs to evoke immunological protection to *Haemonchus contortus*. (2020). *Veterinary Parasitology*, 287.
- Castaña, J. P., Giménez, A., Ceroni, M., Furest, J., Aunchayna, R. y Bidegain, M. (2011). *Caracterización agroclimática del Uruguay 1980- 2009*. Montevideo: INIA.
- Castells, D. (2004). Epidemiología y control de NGI de ovinos en el Uruguay. *INIA Actividades de difusión N°359*, 3-12.
- Castells, D. (2005). Adaptación de genotipos a ambientes adversos: Resistencia genética de los ovinos a parásitos gastrointestinales. *Agrociencia*, 4(1-2), 587-593.
- Castells D. (2008). *Evaluación de resistencia genética de ovinos Corriedale a los nematodos gastrointestinales en Uruguay: Heredabilidad y correlaciones genéticas entre el recuento de los huevos de nematodos y características productivas* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Castells, D., Gayo, V., Mederos, A., Martínez, D., Risso, E., Rodríguez, D., Scremini, P., Olivera, J., Banchemo, G., Lima, AL., Larrosa, F., Casaretto, A., Bonino, J., Rosadilla, D., Franchi, M., Quintana, S., Quintans, G. (2011). Epidemiological study of gastro-intestinal nematodes of sheep in Uruguay: Prevalence and seasonal dynamics. 2<sup>o</sup> Proceedings International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Bs. As. Argentina, 16 p
- Castells, D., Nari, A., Gayo, V., Mederos, A. y Pereira, D. (2013). Fundamento epidemiológico para su diagnóstico y control. En C. Fiel, A. Nari. (Ed.). *Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes* (pp. 149-174). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Castells, D., Salles, I., Rizzo, E., Nari, A. (2006). Efectos del sistema de pastoreo con diferentes tiempos de permanencia o descanso de las pasturas en la parasitosis

- por nematodos gastrointestinales de ovinos. *XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 66-70).
- Cheah, T.S. y Rajamanickam, C. (1997). Epidemiology of gastro-intestinal nematodes of sheep in wet tropical conditions in Malaysia. *Tropical Animal Health and Production*, 29, 165–173.
- Ciappesoni, G., Mederos, De Barbieri, A., Rodríguez, I., Kelly, A., Nicolini, L. y Montossi, V. (2009). Resistencia genética a parásitos gastrointestinales en ovinos: el enfoque del INIA. *Agrociencia*, 13(3), pp. 83.
- Colditz I.G. y Le Jambre L.F. (2008). Development of a faecal occult blood test to determine the severity of *Haemonchus contortus* infections in sheep. *Veterinary Parasitology*, 153(1-2), 93-9.
- Coles, G. C., Bauer, C., Borgsteede, F. H., Geerts, S., Klei, T. R., Taylor, M. A. y Waller, P. J. (1992). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology* 44, 35-44.
- Coles, G.C. y Simkins, K. (1977). Resistance of nematode eggs to the ovicidal activity of benzimidazoles. *Research in Veterinary Science*, 22, 386-387.
- Colvin, A.F., Walkden-Brown, S.W. Knox, M.R. Scott, J.M. (2008). Intensive rotational grazing assists control of gastrointestinal nematodosis of sheep in a cool temperate environment with summer-dominant rainfall. *Veterinary Parasitology*, 153 (1-2).
- Colvin, A.F., Walkden-Brown, S.W. y Knox, M.R. (2012). Role of host and environment in mediating reduced gastrointestinal nematode infections in sheep due to intensive rotational grazing. *Veterinary Parasitology*, 184, 180–192.
- Cringoli, G., Rinaldi, L., Maurelli, M.P., Utzinger, J. (2010). FLOTAC: new multivalent techniques for qualitative and quantitative copro microscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nature Protocols*, 5, 503–551.
- Cristel, S. L. y Suárez, V. H. (2006). Resistencia Antihelmíntica: Evaluación de la prueba de Reducción del conteo de huevos. *Revista de Investigación Agropecuaria*, 35(3), 29-43.
- Cuéllar, O.J.A. (2002). La resistencia a los antihelmínticos un problema emergente. *Reunión del CONASA*. México, D.F.: Memorias X.
- Cuéllar, O.J.A. (2007). *Control no farmacológico de parásitos en ovinos. Nematodos Gastroentéricos* (pp. 1-12). En Universidad Nacional Autónoma de México. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mendoza.
- Dalton, J.P. y Mulcahy, G. (2001). Parasite vaccines a reality?. *Veterinary Parasitology*, 98, 149-167.

- Entrocasso, C. (1994). Fisiopatología del parasitismo gastroentérico. En: A., Nari y C. Fiel (Ed.), *Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos* (pp.3-17). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Entrocasso, C. (2003). *Obtención de muestras para el diagnóstico de parásitos gastrointestinales en bovinos y ovinos*. Recuperado de [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Fernández Abella, D., Castells, D., Piaggio, L., De León, N. (2006). Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. Efectos de distintas cargas parasitarias y su interacción con la alimentación sobre las pérdidas embrionarias y la fecundidad. *Producción Ovina*, 25-31.
- Fiel, C. (2005). *Manual Técnico: Antiparasitarios internos y endectocidas de bovinos y ovinos*. Recuperado de [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/parasitarias/parasitarias\\_b\\_ovinos/65-manual\\_tecnico.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_b_ovinos/65-manual_tecnico.pdf)
- Fiel C. y Nari A. (2013). *Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes: Fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Fiel, C., Steffan, P. E. y Ferreyra, D. A. (2011). *Diagnóstico de las parasitosis*. Buenos Aires: Abad Benjamin.
- Goldberg, V., Ciappesoni, G., De Barbieri, I., Rodríguez, A. y Montossi, F. (2011). Factores no genéticos que afectan la resistencia a parásitos gastrointestinales en Merino en Uruguay . *Producción Ovina*, 21, pp. 1–11.
- Hernández, Z., Sterla, S. y Cedano, J. (2015). Indicators of gastrointestinal nematodes infection in sheep. *The Biologist Lima*, (13), p. 79.
- Hood, V., Yadav, C.L., Chaudhri, S.S., Rajpurohit, B.S. (1999). Variation in resistance to haemonchosis: selection of female sheep resistant to *Haemonchus contortus*. *Journal of Helminthology*, 73(2), 137-142.
- Hsu, C.K. y Levine, N.D. (1977). Degree-day concept in development of infective larvae of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* under constant and cyclic conditions. *American Journal of Veterinary Research*, 38(8).
- Jacobs, J. R., Sommers, K. N., Zajac, A. M., Notter, D. R. y Bowdridge, S. A. (2016). Early IL-4 gene expression in abomasum is associated with resistance to *Haemonchus contortus* in hair and wool sheep breeds. *Parasite Immunology*, 38(6), 333–339.

- Johnstone, C., Guerrero, J., Home, S. R., Eisenberg, A., Hobday, M. y Farias, L.O. (1998). *Parásitos y enfermedades parasíticas de los animales domésticos*. Universidad de Pennsylvania.
- Jubb, K., Vidal, N. y Kennedy, P. (1990). *Patología de los animales domésticos*. Montevideo: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur.
- Kaminsky, R., Ducray, P., Jung, M., Clover, R., Rufener, L., Bouvier, J.,... Mäser, P. (2008). A new class of anthelmintics effective against drug-resistant nematodes. *Nature*, 452, 176-180.
- Kaplan, M.R. (2004). Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends in Parasitology*, 20 (10), 477- 481.
- Kemper, K. E., Palmer, D. G., Liu, S. M., Greeff, J. C., Bishop, S. C. y Karlsson, L. J. E. (2010). Reduction of fecal worm egg count, worm numbers and worm fecundity in sheep selected for worm resistance following artificial infection with *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology*, 171(3-4), 238-246.
- Khadijah, S., Kahn, L.P., Walkden-Brown, S.W, Bailey, J.N. y Bowers, S.F. (2013) Effect of simulated rainfall timing on faecal moisture and development of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* eggs to infective larvae. *Veterinary Parasitology* 192, 199-210.
- Lanusse, C., Álvarez, L., Lifschitz, A. y Suárez, G. (2013). Bases farmacológicas de la terapéutica antihelmíntica. En C. Fiel y A. Nari (Ed.), *Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes* (pp. 223-254). Montevideo: Agropecuaria Hemisferio Sur.
- Lanusse, C., Alvarez, L., Sallovitz, J., Mottier, L. y Sanchez, S. (2009). Antinematodal Drugs. En J. Reviere, M. Papich, (Ed.), *Veterinary Pharmacology and Therapeutics* (pp. 1053-1094). Carolina del Norte: Willey-Blackwell.
- Lapage, G. (1984). *Parasitología veterinaria*. Ciudad de México: Continental.
- Lifschitz, A., Ballent, G. M., Virkel, G., Sallovitz, J. M., Viviani, P., Maté, L. y Lanusse, C. E. (2012). The new anthelmintic monepantel: pattern of distribution to gastrointestinal contents and mucosal tissues in sheep. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 35, 52-52.
- Litterio, N. (2005). Fármacos endectocidas. En M. Rubio y J. Boggio (Ed.), *Farmacología Veterinaria* (pp.553-561). Córdoba: Universidad Católica de Córdoba.
- Little, P., Hodge, A., Maeder, S., Wirtherle, N., Nicholas, D., Cox, G. y Conder, G. (2011). Efficacy of a combined oral formulation of derquantel abamectin against the adult and larval stage of nematodes in sheep, including anthelmintic-resistant strains. *Veterinary Parasitology*, 27(181), 180-193.

- McManus, C., Paim, T. do P., de Melo, C. B., Brasil, B. S. A. F., y Paiva, S. R. (2014). Selection methods for resistance to and tolerance of helminths in livestock. *Parasite*, 21(56).
- Meana, A. y Rojo, F. (1999). Tricostrogilidosis y otros nematodos. En M. Cordero del Campillo et al. (Ed.), *Parasitología Veterinaria* (pp.113-123). Madrid: McGraw Hill Interamericana.
- Mederos, A. (2002). Epidemiología de los nematodos gastrointestinales de los ovinos en Uruguay. En Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ed.) *Jornada Técnica: Parasitosis gastrointestinales de los ovinos. Situación actual y avances de la investigación* (pp. 2-5.). Tacuarembó: INIA.
- Mendoza, G.P.M., Flores, C.J., Herrera, R.D., Vázquez, P.V., Liébano, H.E., Ontiveros, F.G.E. (1998). Biological control of *Haemonchus contortus* infective larvae in ovine faeces by administering and oral suspension of *Duddingtonia flagrans* chlamydospores to sheep. *Journal of Helminthology*, 72(4), 343-347.
- Meyer, J. (1959). *Farmacología y terapéutica veterinaria*. Zaragoza: Acribia.
- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2020). *Anuario Estadístico agropecuario 2020*. Recuperado de: <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2021/LIBRO%20ANUARIO%202021%20Web.pdf>
- Morgan, D. (1933). The Effect of Heavy Stocking on the Worm Burden under a System of Rotational Grazing. *Journal of Helminthology*, 11(3), 169-180.
- Morgan, D. y Oldham, J. (1934). Further Observations on the Effect of Heavy Stocking on the Worm Burden under a System of Rotational Grazing. *Journal of Helminthology*, 12(4), 177-182.
- Mottier, L. y Lanusse, C. (2001). Bases moleculares de la resistencia a fármacos antihelmínticos. *Revista de Medicina Veterinaria*, 82, 74-85.
- Nari, A. (2001). Diagnóstico y control de resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes. *Mem. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos*. Mérida, Yucatán.
- Nari A. (2003). Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. *Estudio FAO producción y Sanidad Animal*, 157, 52.
- Nari, A. y Cardozo, H. (1987). Enfermedades causadas por parásitos internos. En J. Bonino, A. Durán del Campo y J.J. Mari. *Enfermedades de los lanares* (Vol.1). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Nari, A., Pepe, C., Zabala, E., Quintana, S., Ibarburu, A., Marmol, E. y Fabregas, B. (1987). Manejo parasitario del cordero de destete en campo natural: III Pastoreo rotativo-alterno con bovinos en un área de basalto superficial. *Veterinaria*, 23(97), pp. 23-30.

- Nari, A. y Risso, E. (1994). Epidemiología y control de nematodos gastrointestinales. En: A. Nari y C. Fiel. *Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos* (pp.155-191). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Nari, A., Robledo, M., Dambrauskas, G., Rizzo, E., Elizalde, M. y Bugarin, J.C. (1986). Manejo parasitario del cordero de destete en campo natural: II pastoreo alterno con bovinos en un área de basamento cristalino. *Jornadas Veterinarias de Ovinos*, 7, pp. 21-22).
- Newton, S.E. y Munn, E.A. (1999). The development of vaccines against gastrointestinal nematode parasites, particularly *Haemonchus contortus*. *Parasitology Today*, 15(3), 116-122.
- Niec, R. (1968). *Cultivo e identificación de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales del bovino y ovino*. Buenos Aires: Instituto Salesiano de Artes Gráficas.
- Parker, A. (1992). Heritability of and genetic correlation among fecal egg counts and productivity traits in Romney sheep. *Journal of Agricultural Research*, 35, 24-27.
- Peña, M. T., Miller, J. E. y Horohov, D. W. (2006). Effect of CD4+ T lymphocyte depletion on resistance of Gulf Coast Native lambs to *Haemonchus contortus* infection. *Veterinary Parasitology*, 138(3-4), 240-246.
- Pereira, D., Formoso D., Deschenaux H., Del Pino M.L., Castells D. y Piaggio J. (2013). Influencia de la relación ovino/vacuno y la carga ovina en la infestación parasitaria de los campos. *XLI Jornadas Uruguayas de Buiatría*, pp. 97-102.
- Pernthaner, A., Stankiewicz, M., Bisset, S.A., Jonas, W.E., Cabaj, W., Pulford, H.D. (1995). The immune responsiveness of Romney sheep selected for resistance or susceptibility to gastrointestinal nematodes: lymphocyte blastogenic activity, eosinophilia and total white blood cell counts. *International Journal for Parasitology*, 25(4), 523-529.
- Pernthaner, A., Stankiewicz, M., Cabaj, W., Pfeffer, A., Green, R.S. Douch, P.G.C. (1996). Immune responsiveness of nematode-resistant or susceptible Romney line-bred sheep to continuous infection with *Trichostrongylus axei*. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 51(1-2): 137-146.
- Piaggio, L. (2014). *Suplementación de la recría y engorde de ovinos sobre campo natural*. En: Seminario de Actualización Técnica: Producción de carne ovina de calidad. Montevideo : INIA. (Serie Actividades de Difusión; 719), pp. 41-45.
- Piedrafita, D., Hosking, C., De Veer, M., Elhay, M. y Meeusen E. (2011). *What's new is old. Novel approaches for the control of parasitic worms* (pp.179). Conferencia Internacional de la Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria. Buenos Aires.

Power Data Access Viewer. (24 de mayo de 2022). *NASA Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER) Higher Resolution Daily Time Series Agroclimatology Community*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

- Quintana, S., Pepe, C., Ibarburu, A., Zabala, E., Nari, A., Mármol, E., Fabregas, B. (1987). Manejo parasitario de cordero de destete en campo natural: Pastoreo alterno con bovinos en un área de basalto superficial. *Veterinaria*, 23(97), 6-14.
- Quiroz, H. (1984). *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*. México: Limusa.
- Riffkin, G.G. y Dobson, C. (1979). Predicting resistance of sheep to *Haemonchus contortus* infections. *Veterinary Parasitology*, 5, 365-378.
- Roberts, F. y O'Sullivan, P. J. (1949). Methods for eggs counts and larval cultives for strongylus infesting the gastrointestinal tract of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, 1, 99-102.
- Rodríguez, A.V., Goldberg, V., Viotti, H. y Ciappesoni, G. (2011). Early detection of *Haemonchus contortus* infection in sheep using three different faecal occult blood tests. *Open Vet J.*,5(2):90-7.
- Roe, R., Southcott, W.H. y Turner, H.N. (1959). Grazing management of native pastures in the New England region of New South Wales. I. Pasture and sheep production with special reference to systems of grazing and internal parasites. *Australian Journal of Agricultural Research*, 10, 530-554.
- Rubio, R. y Boggio, J. (2005). Introducción a los antiparasitarios. En: Rubio, R., Boggio, J. *Farmacología Veterinaria* (pp. 525-528). Córdoba: Universidad Católica de Córdoba.
- Sagüés, M.F., Purslow, P. Fernández, S., Fusé, L., Iglesias, L., Saumell, C. (2011). Hongos nematófagos utilizados para el control biológico de nematodos gastrointestinales en el ganado y sus formas de administración. *Revista Iberoamericana de Micología*, 28(4), 143-147.
- Salles, E. J. (2008). FAMACHA<sup>®</sup>, una herramienta para controlar la resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes. En: D. Castells (Ed.) *Resistencia genética del ovino y sus aplicaciones en sistemas de control integrado de parásitos* (pp. 41 - 47). Buenos Aires: FAO.
- Secretariado Uruguayo de la Lana [SUL]. (s.f.). *Corderos y producción ovina en Uruguay*. Recuperado de <https://www.sul.org.uy/noticias/416>
- Shaw, R. J., Morris, C. A., Wheeler, M., Tate, M. y Sutherland, I. A. (2012). Salivary IgA: A suitable measure of immunity to gastrointestinal nematodes in sheep. *Veterinary Parasitology*, 186(1–2), 109–117.
- Smith, G. (1990). The population biology of the free-living phase of *Haemonchus contortus*. *Parasitology*, 101(2), 309-316.

- Smith, W.D. (1999). Prospects for vaccines of helminth parasites of grazing ruminants. *International Journal for Parasitology*, 29, 17-24.
- Soulsby E.J. (1987). *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. Ciudad de México: Interamericana.
- Suarez, V. H., Olaechea, F. V., Rossanigo, C. E. y Romero, J. R. (2007). Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América. La Pampa: INTA Anguil.
- Thienpont, D., Rochette, F. y Vanparijs, O.F.J. (1979). Diagnóstico de helmintiasis por medio del examen coprológico. Beerse: Janssen Research Foundation.
- Walkden-Brown, S.W., Colvin, A. F., Hall, E., Knox, M. R., Mackay, D.F. y Scott J. M. (2013). Grazing systems and worm control in sheep: a long-term case study involving three management systems with analysis of factors influencing faecal worm egg count. *Animal Production Science*, 53, 765–779
- Williams, J. (1986). *Importancia, epidemiología y control de los parásitos gastrointestinales*. Recuperado de [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/parasitarias/parasitarias\\_b\\_ovinos/49-importancia\\_epidemiologia\\_control\\_parasitos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_b_ovinos/49-importancia_epidemiologia_control_parasitos.pdf)
- Woolaston, R. R. y Piper, L. R. (1996). Selection of Merino sheep for resistance to *Haemonchus contortus*: Genetic variation. *Animal Science*, 62(3), 451–460.