



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

Epidemiología de nematodos gastrointestinales de ovinos del
Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina
(CEIEPO), Tres Marías, Morelos.

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRA EN
CIENCIAS

P R E S E N T A

PERLA MARÍA DEL CARMEN ACEVEDO RAMÍREZ

TUTOR:

HÉCTOR QUIROZ ROMERO

COMITÉ TUTORAL:

FROYLÁN IBARRA VELARDE

DAVID HERRERA RODRÍGUEZ

MÉXICO D. F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

A todos y cada uno de los que han participado y tenido un destello enorme en mi vida

A mi mamá:

Por tu apoyo incondicional en todo y por creer en mí.

A mi papá:

Por tu impulso a seguir siempre adelante

A David y Fabián:

Por ser quienes son

A la familia Navarro Ramírez y a toda la familia Ramírez Suaste y derivados.

Karina sabes que en ti he encontrado a una gran colaboradora y sobre todo una excelente amiga.

Roberto, Fer, Víctor, Gustavo y Abel que aunque transcurra el tiempo y la distancia, sé que podré contar con ustedes.

iii MUCHAS GRACIAS !!!

A mis amig@s

Sofía, Isabel, Lilitiana y Noé, por su amistad, por sus ánimos en todos los aspectos y por todo lo que hemos pasado y pasaremos juntos.

Claudia Guerra, Nancy, Areli y Michelle porque sé que aunque pasen los años siempre estarán

Belinda y Claudia por los momentos que pasamos juntos

Miguel por ser tú.

A todos los que contribuyeron de alguna forma en mi desarrollo académico y personal.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a la oportunidad que me dio la *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia* de la *Universidad Nacional Autónoma de México* de las cuales estoy más que orgullosa por pertenecer a ellas.

Al Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología CONACYT por el financiamiento otorgado.

Al Dr. Héctor Quiroz Romero por toda su sabiduría, impulso, confianza, dedicación y paciencia.

A la Dra. Irene Cruz Mendoza por toda su enseñanza, tiempo y apoyo.

Al Dr. Froylán Ibarra Velarde y al Dr. David Herrera Rodríguez por su participación como tutores y todo lo que ello implica.

A Karina Hernández Guzmán, Abel Zapata Arenas, Fernando Lara Rojas, Víctor Martínez García, Roberto Sanginés de Castro, Gustavo Peralta Abarca, que no tuvieron otro interés más que apoyarme, sin ustedes, este trabajo hubiera sido mucho más intenso.

Al MVZ Antonio Ortiz Hernández y al M. en C. José de Jesús Núñez Saavedra por las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto. A todos los que participaron en este trabajo del Centro de Enseñanza, Investigación y Producción Ovina (CEIEPO), en especial al MVZ. Martín Villalobos Rangel por su disponibilidad y apoyo técnico, a los servidores sociales, estudiantes, etc.

Al Departamento de Parasitología de la FMVZ.

Al Dr. Raúl Ulloa Arvizú por su gran participación en el trabajo estadístico.

Al Dr. Zeferino García Vázquez y al Dr. Alfredo Cuellar Ordaz por sus comentarios y acertadas sugerencias.

CONTENIDO

Resumen	I
Abstract	II
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Presentación del problema a investigar	1
1.2 Agentes etiológicos	3
Clasificación taxonómica	3
Morfología	4
Ciclo de vida	9
1.3 Huésped	11
Edad	11
Periodo periparto	12
Raza	13
Estado inmune	13
1.4 Factores ambientales	15
1.5 Patogenia	17
Signos clínicos	18
Lesiones	20
1.6 Diagnóstico	22
1.7 Control	23

Tratamiento químico	23
Medidas complementarias	25
1.8 Antecedentes epidemiológicos en México	26
Frecuencia de nematodos gastrointestinales (NGI) en regiones templadas	26
Estudios de frecuencia de huevos de nematodos gastrointestinales (NGI) en ovejas durante el periodo periparto	27
Larvas infectivas (L ₃) de NGI de ovinos en pastoreo	28
JUSTIFICACIÓN	29
OBJETIVOS	29
HIPÓTESIS	30
2. MATERIAL Y MÉTODO	31
2.1 Localización del Centro de Estudio	31
2.2 Registro de temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa	31
2.3 Ovejas	32
2.4 Diseño experimental	32
2.5 Recolección de heces	33
2.5.1 Técnica	33
2.5.2 Interpretación de resultados	33
Frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales (NGI) de ovejas	33

Relación de huevos por gramo de heces (hpgh) con temperatura y precipitación pluvial	34
Intensidad de huevos por gramo de heces (hpgh) de nematodos gastrointestinales (NGI) durante el periodo periparto	34
Evaluación de Efecto Extensión (EE) y Efecto Intensidad (EI) del tratamiento antihelmíntico entre razas	35
Clasificación de géneros de nematodos gastrointestinales (NGI) a través de larvas 3 (L ₃) de coprocultivos	36
2.5.3 Análisis estadístico	36
Frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces (hpgh) de nematodos gastrointestinales (NGI) en ovejas	36
2.6 Recolección de pastura para la obtención de larvas 3 (L ₃) de nematodos gastrointestinales (NGI) de ovinos	37
2.6.1 Técnica	37
2.6.2 Interpretación de resultados	37
Identificación de géneros de nematodos gastrointestinales (NGI) a través de larvas 3 (L ₃) recolectadas de las praderas	37
Relación de la cantidad de larvas 3 (L ₃) recolectadas de las praderas con la temperatura y precipitación pluvial	37
Cantidad de larvas 3 (L ₃) recolectadas de las praderas en pastoreo y praderas en descanso	37
2.6.3 Análisis estadístico	38
Cantidad de géneros de nematodos gastrointestinales (NGI) a través de larvas 3 (L ₃) en praderas	38

3. RESULTADOS	39
3.1 Frecuencia e intensidad en la eliminación de huevos de NGI en ovejas	39
Relación entre temperatura y precipitación pluvial con la frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales en ovejas	40
Incremento de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales durante el periodo periparto	49
Evaluación de Efecto Extensión (EE) y el Efecto Intensidad (EI) del tratamiento antihelmíntico entre razas	49
Evaluación del Efecto Intensidad del tratamiento antihelmíntico durante el periodo periparto	51
Identificación de géneros de nematodos gastrointestinales mediante coprocultivos	51
3.2 Presencia de géneros de larvas 3 de nematodos gastrointestinales en praderas del CEIEPO en los diferentes meses	56
Relación entre factores ambientales y cantidad de larvas 3 de NGI de ovinos recolectadas de las praderas	57
Cantidad de larvas 3 (L ₃) recolectadas de las praderas en pastoreo y praderas en descanso	58
3.3 Correlación entre intensidad en la eliminación de huevos y la cantidad de larvas 3 (L ₃) recolectadas de las praderas	58
4. DISCUSIÓN	65
5. CONCLUSIONES	76
6. REFERENCIAS	78

Lista de Cuadros

1. Introducción

Cuadro 1. Localización de los nematodos gastrointestinales de ovinos más frecuentes__ 4

3. Resultados

Cuadro 1. Frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas de raza Dorset y Suffolk del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)_____ 41

Cuadro 2. Porcentaje de ovejas con carga parasitaria baja, moderada y alta de nematodos gastrointestinales de ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)_____ 44

Cuadro 3. Efecto Extensión (EE) y Efecto Intensidad (EI), de tres tratamientos antihelmínticos contra nematodos gastrointestinales en ovejas Dorset y Suffolk_____ 51

Cuadro 4. Porcentaje mensual de géneros de nematodos gastrointestinales identificados a través de L₃ recolectadas en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)_____ 54

Cuadro 5. Porcentaje mensual de géneros de nematodos gastrointestinales en ovinos identificados a través de L₃ recolectadas de las praderas del CEIEPO de mayo de 2004 a mayo de 2005_____ 61

Lista de figuras

1. Introducción

Figura 1. Ciclo de vida de Tricostrogilidos_____ 11

2. Material y Método

Figura 1. Praderas del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina en dos temporadas diferentes. A. Temporada de lluvias (septiembre de 2004). B. Temporada de sequía (marzo de 2005)_____ 31

3. Resultados

Figura 1. Frecuencia de huevos de nematodos gastrointestinales de ovejas de las razas Dorset y Suffolk del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)_____ 42

Figura 2. Intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales en heces de ovejas de las razas Dorset y Suffolk del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)_____ 43

Figura 3. Relación entre temperatura ambiental mensual promedio y frecuencia de muestras de heces positivas a huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)_____ 45

Figura 4. Relación entre temperatura ambiental mensual promedio e intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)_____ 46

Figura 5. Relación entre precipitación pluvial y frecuencia de muestras de heces positivas a huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)_____ 47

Figura 6. Relación entre precipitación pluvial e intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)_____ 48

Figura 7. Comparación en la intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas de las razas Dorset y Suffolk del CEIEPO con y sin periodo periparto. El parto ocurrió entre la última semana de enero ya las dos primeras semanas de febrero de 2005	50
Figura 8. Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales por medio de larvas 3, en ovejas de raza Dorset (mayo de 2004 a mayo de 2005)	53
Figura 9. Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales por medio de larvas 3 en ovejas de raza Suffolk (mayo de 2004 a mayo de 2005)	54
Figura 10. Porcentaje mensual de géneros de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005).	55
Figura 11. Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales recolectados de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)	56
Figura 12. Relación entre temperatura “b” y cantidad de larvas 3 de nematodos gastrointestinales en ovinos recolectadas de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)	59
Figura 13. Relación entre humedad relativa y cantidad de larvas 3 de nematodos gastrointestinales en ovinos recolectadas de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)	60
Figura 14. Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales a través de larvas 3 recolectadas de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)	62
Figura 15. Cantidades de larvas 3 de nematodos gastrointestinales en ovinos recolectadas de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)	63
Figura 16. Relación entre la intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales de ovejas y larvas 3 recolectadas de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005)	64

Resumen

Los nematodos gastrointestinales (NGI) de ovinos son de gran importancia económica, por lo cual se requiere vigilar constantemente la presencia de estas parásitosis con estudios regionales sobre la resistencia del huésped, clima y manejo. Los objetivos fueron determinar la frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de NGI, el porcentaje y la variación estacional de géneros en ovejas y cuantificar las larvas infectivas (L_3) en el pasto de praderas implantadas. El trabajo de campo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO, UNAM), ubicado en Tres Marías, Morelos (Cb(w)). Se emplearon dos grupos de veinticinco ovejas cada uno, de raza Dorset y Suffolk. Cada veintiocho días aproximadamente, de mayo de 2004 a mayo de 2005, se colectaron muestras de heces, se realizó la técnica de Mc Master y se hicieron coprocultivos para la cría de larvas. Se colectaron 300 g de pasto de cinco transectos equidistantes de la pradera en pastoreo y de la próxima a ocupar por los ovinos. Se registró la temperatura promedio mensual, precipitación pluvial y humedad relativa. La frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de NGI fueron variables, superiores en casi todo el periodo en las ovejas de raza Suffolk, en esta raza se registró una elevación considerable en la eliminación de huevos durante el periodo periparto en comparación con las que no tuvieron cría. Los géneros de NGI identificados fueron *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Teladorsagia*, *Cooperia*, *Oesophagostomum*, *Bunostomum* y *Nematodirus*. De las praderas se recolectaron *Trichostrongylus*, *Bunostomum*, *Haemonchus*, *Cooperia*, *Teladorsagia* y *Strongyloides*. Se recolectaron de 1 a 61 L_3 (abril y septiembre respectivamente) de las praderas en pastoreo, con un promedio de 13.4 por 1 kg de pasto y de 1 a 35 L_3 (febrero y marzo respectivamente) de las praderas con descanso, con un promedio de 7.5 por 1 kg de pasto. En conclusión, la raza Suffolk resultó ser más susceptible que la raza Dorset a los NGI y las praderas ocupadas por lo ovinos tuvieron una cantidad mayor de L_3 que las praderas con descanso. En la primera parte del estudio (mayo a noviembre de 2004), la eliminación de huevos y la cantidad de L_3 de NGI de las praderas estuvieron relacionadas con el aumento de la precipitación pluvial y con la humedad relativa, pero en la segunda parte (diciembre a mayo de 2005) correspondió con el periodo periparto.

Palabras Clave: Epidemiología, Nematodos gastrointestinales (NGI), Larvas infectivas (L_3), estrogilidos, ovinos.

Abstract

Gastrointestinal nematodes (GIN) in sheep are of great economic importance because of the losses they cause. The objectives were, on one hand, to determine the frequency, intensity and seasonal variation of GIN eggs, and on the other hand, to quantify the intensity of infective larvae (L_3) in grass of introduced praires. The study was conducted at Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO, UNAM) Morelos (Cb(w)). A group of twenty-five Dorset ewes and another group Suffolk ewes were used. The biologic samples were collected approximately every 28 days within a period of 13 months (May 2004 to May 2005). Feces were collected directly from the rectum. Samples were tested using the Mc Master technique; then the frequency and mean intensity of eggs per gram (epg) of feces were calculated. Pooled fecal samples from each group were cultivated for the production of infective larvae (L_3), after they were identified to genus. Samples of grass were taken from five equidistant transects from grazing praire and from praire at rest. The temperature, rainfall and relative humidity were recorded. The frequency and intensity of epg were variable every months, Suffolk ewes had more elevated counts than Dorset. There was significant increase in epg in periparturient ewes, the peri-parturient rise in egg counts was higher in Suffolk than Dorset. Genus identified from cultures were *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Teladorsagia*, *Cooperia*, *Oesophagostomum*, *Bunostomum* and *Nematodirus*. GIN identified from grass were *Trichostrongylus*, *Bunostomum*, *Haemonchus*, *Cooperia*, *Teladorsagia* and *Strongyloides*. The count of L_3 collected from praire in use was 1 to 61 in April and September respectively, with a mean of 13.4 L_3 per kg of pasture. At praire at rest was 1 to 35 L_3 in February and March, with a mean of 7.5 L_3 per kg of pasture. In conclusión, Suffolk ewes were more susceptible than Dorset ewes to GIN. Praires in use had higher counts of L_3 than praires at rest. In the wet season (May to November, 2004), the increase of fecal eggs counts and L_3 were related with the rainfall an elevation in relative humidity. Rainfall and humidity seemed to be the most important factors for the development of eggs and free-living stages, but in the second part (December to May, 2005) in dry season, the increase in counts was related with the periparturient rise.

Key Words: Epidemiology, Gastrointestinal Nematodes (GIN), infective larvae (L_3), strongylides, sheep.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación del problema a investigar

En México como en otros países del mundo, los nematodos gastrointestinales (NGI) son el mayor problema de salud para los ovinos, deterioran la calidad de vida del animal y provocan pérdidas económicas considerables.¹ La acción de los nematodos se incrementa por las condiciones ambientales y de manejo zootécnico, por lo que las pérdidas son consecuencia de un proceso epidemiológico previo favorecido por el sistema de manejo, que determinan el aumento o disminución de las posibilidades de infección.^{2,3} Por ejemplo, se sabe que *Haemonchus contortus* es el NGI de ovinos más frecuente en el país,⁴ pero aún se requiere mantener vigilancia periódica y constante e información sobre la epidemiología de estos parásitos con estudios regionales para recabar información sobre la resistencia del huésped, el clima y el manejo⁵ y así realizar el diagnóstico epidemiológico que permita actuar directamente en el control de estas infecciones.⁶

La epidemiología estudia la dinámica de la enfermedad parasitaria, involucra al parásito, al huésped, al ambiente y al manejo del huésped; así como la frecuencia y distribución de individuos sanos y enfermos en una población, por lo que identifica los factores que influyen en la gravedad de la enfermedad dentro de una población en su ambiente^{7,8} y enfatiza la interacción entre parásito y huésped,⁹ el perjuicio que ocasionan sobre la producción que está relacionado directamente con el número de éstos en el huésped y en los pastos.¹⁰ No obstante, es de gran importancia conocer la distribución, frecuencia, intensidad, especies y géneros de los parásitos para estimar las pérdidas económicas por infecciones helmínticas, por lo tanto, el patrón de dispersión de los parásitos es uno de los factores principales para controlar las dinámicas de estas infecciones,¹¹ de tal forma que la epidemiología es determinante para describir modelos en zonas geográficas concretas, basados en la disponibilidad estacional de larvas, variaciones de la carga parasitaria y las fuentes de contaminación.

Aunado a lo anterior es práctico conocer indirectamente la población de NGI que actúan en la infección de los ovinos mediante el conteo de huevos eliminados en las heces y de la identificación e interpretación de larvas infectivas sobre el pasto para comprender el ciclo de la infección y establecer el riesgo parasitario de los animales.¹²

Para llevar a cabo un control efectivo se deben conocer los ciclos de vida de los parásitos, la ecología de larvas infectivas (L₃) y las prácticas de manejo que previenen o limitan el contacto entre los parásitos y el huésped. La pastura es el centro de dispersión e intercambio entre ovejas y parásitos, así que para realizar un control integrado mediante pastura “segura” (pastura no libre de parásitos pero con pocas larvas infectivas) se requiere conocer la distribución de éstos.¹³ La rotación de praderas es una medida complementaria del control parasitario ya que mantiene en niveles bajos las cantidades de larvas en la pastura¹⁴ lo que permite que haya una contaminación ligera de formas infectantes, disminuye la densidad y como consecuencia hay una diversidad menor en comparación con áreas de libre pastoreo.^{15,16}

Por último, la magnitud de la infección depende de la biología del huésped y del parásito, del número de especies e individuos parasitados, edad del huésped, estado fisiológico, nivel nutricional y tipo de alimentación,¹⁷ así como la inmunidad y resistencia natural, las condiciones ambientales de macro y microclima, el tipo de suelo, la vegetación y la convivencia con huéspedes de diferente especie que pastan en las mismas praderas.

1.2 Agentes etiológicos

Clasificación taxonómica

Los NGI de ovinos más frecuentes pertenecen a la Clase Secernentea y están clasificados según Anderson¹⁸ de la siguiente forma:

Orden Rhabditida

Superfamilia Rhabditidea

Familia Strongyloidea

Género *Strongyloides*

Especie *S. papillosus*

Orden Strongylida

Superfamilia Ancylostomatoidea

Familia Ancylostomidae

Género *Bunostomum*

Especie *B. trigonocephalum*

Familia Strongyloidea

Género *Oesophagostomum*

Especie *O. columbianum*

O. venulosum

Género *Chabertia*

Especie *C. ovina*

Superfamilia Trichostrongyloidea

Familia Trichostrongylidae

Género *Cooperia*

Especie *C. curticei*

C. oncophora

C. pectinata

Género *Haemonchus*

Especie *H. contortus*

Género *Mecistocirrus*

Especie *M. digitatus*

Género *Trichostrongylus*

Especie *T. axei*

T. colubriformis

T. vitrinus

Género *Nematodirus*

Especie *N. battus*

N. filicolis

N. spathiger

Género *Teladorsagia*

Especie *T. circumcincta*

Orden Enoplida
 Familia Trichuridae
 Género *Trichuris*
 Especie *T. ovis*

Las especies citadas anteriormente se localizan en diferentes regiones del tracto digestivo como se puede observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Localización de los nematodos gastrointestinales de ovinos más frecuentes.¹⁹

Ubicación	Especie
Abomaso	<i>Haemonchus contortus</i> <i>Mecistocirrus digitatus</i> <i>Teladorsagia circumcincta</i> <i>Trichostrongylus axei</i>
Intestino delgado	<i>Trichostrongylus colubriformis</i> , <i>T. vitrinus</i> <i>Cooperia curticei</i> , <i>C. oncophora</i> , <i>Nematodirus battus</i> , <i>N. filicollis</i> , <i>N. spathiger</i> <i>Bunostomum trigonocephalum</i> <i>Strongyloides papillosus</i>
Ciego	<i>Trichuris ovis</i>
Colon	<i>Oesophagostomum colombianum</i> , <i>O. venulosum</i> <i>Chabertia ovina</i>

Entre los trichostrongilidos más abundantes están *Haemonchus* y *Trichostrongylus* principalmente en las regiones tropicales-subtropicales, en tanto que *Teladorsagia* y *Nematodirus* se presentan en mayor proporción en zonas templadas.³

Morfología

Strongyloides papillosus (Wedl, 1856)

Solo las hembras son parásitas y son partenogénicas, miden de 3.5 a 6 mm de longitud, su cuerpo es filiforme, poseen un esófago muy largo y cilíndrico. Las hembras de vida libre miden de 640 a 1200 µm, en tanto que los machos miden de 700 a 825 µm de longitud. Los huevos son elipsoidales, anchos y achatados, miden de 47 a 65 µm, la cubierta es delgada con superficie lisa y están embrionados con L₁ que a veces eclosiona el mismo día de la puesta.²⁰ Las larvas de vida libre tienen esófago rabadiforme, en tanto

que las parásitas lo tienen filariforme y dicho esófago mide casi la mitad del cuerpo, no tienen vaina, su cuerpo mide de 520 a 680 μm .²¹

Bunostomum trigonocephalum (Rudolphi, 1808)

Poseen una cápsula bucal prominente en forma de embudo con dos placas cortantes semilunares, en la base de la cavidad bucal tienen dientes subventrales. Los machos miden de 12 a 17 mm y las hembras de 19 a 26 mm.²² Los huevos son elípticos, de forma irregular miden de 80 a 97 μm por 47 a 65 μm , contienen de 4 a 8 blastómeros oscuros.²³ Las L₃ miden 500 a 610 μm , tienen 16 células intestinales, la distancia entre el final de la cola y de la vaina es de 85 μm .²¹

Oesophagostomum columbianum Curtice, 1890

La cápsula bucal es cilíndrica o rectangular y poco profunda, poseen un surco cervical detrás del extremo anterior y la cutícula se extiende lateralmente formando una vesícula cefálica a cada lado, no está inflada. Las alas cervicales no están bien desarrolladas. El cuerpo es blanco y robusto. Los machos miden de 12 a 16 mm de longitud y las hembras miden de 14 a 18 mm de largo. Los huevos son elípticos regulares y anchos, las paredes laterales son similares con forma de barril, miden de 74 a 88 μm por 45 a 54 μm y contienen de 16 a 32 blastómeros. Las L₃ son de tamaño medio, miden entre 700 y 800 μm , la distancia entre el final de la cola y de la vaina es de 125 μm .¹⁸

O. venulosum (Rudolphi, 1809)

La vesícula cefálica está inflada, las papilas cervicales son posteriores al esófago. Los machos miden de 11 a 16 mm de longitud y las hembras miden de 13 a 24 mm. Los huevos miden de 85 a 105 μm por 47 a 59 μm .²⁰ La longitud promedio de la L₃ es de 710 a 1140 μm , incluyendo la vaina, la distancia entre el final de la cola y de la vaina es de 170 μm .²⁴

Las especies del género *Oesophagostomum* son llamados gusanos nodulares porque las larvas forman nódulos debido a una reacción inflamatoria excesiva.²⁵ Las L₃ para ambas especies presentan 32 células intestinales en forma de pentágono.²¹

Chabertia ovina (Fabricius, 1778)

La cápsula bucal es cilíndrica o rectangular grande y subglobular y carece de dientes, tienen características similares a *Oesophagostomum* aunque son menos evidentes. Los machos miden aproximadamente 14 mm de largo y las hembras de 17 a 20 mm.²² Los huevos miden de 90 a 100 μm por 50 a 59 μm , su forma es elíptica regular y ancha, su cubierta quitinosa es delgada y contiene de 16 a 32 blastómeros.²³ Las L₃ tienen una longitud de 710 a 890 μm y poseen 32 células intestinales de forma cuadrada y la luz intestinal es recta.²⁴

Cooperia Ramson, 1907

Son de color rojizo. La vesícula cefálica es muy característica, la cavidad bucal es pequeña, las espículas son cortas y terminan en punta. Los huevos contienen muchos blastómeros difíciles de distinguir, son elípticos los polos son pequeños casi iguales y las paredes laterales son aplanadas, miden entre 60 y 88 μm .²³ La L₃ tiene esófago menor a un cuarto de la longitud total del cuerpo, la vaina es corta o de longitud media y presenta dos cuerpos refráctiles o una banda transversa brillantes visibles entre la cavidad bucal y el esófago. La longitud corporal promedio es de 800 a 990 μ , la distancia entre el final de la cola y de la vaina es de 65 μm .²¹

C. curticei (Railliet, 1893)

Los machos miden de 4.6 a 5.4 mm y las hembras tienen una longitud de 4.8 a 6.2 mm. Los huevos miden de 70 a 82 por 31 a 45 μm y tienen de 16 a 32 células cuando son eliminados en las heces del huésped. Las L₃ miden de 711 a 860 μm .¹⁸

C. oncophora (Railliet, 1898)

Es parásito principalmente de bovinos, pero en ocasiones parásita ovinos. Los machos miden de 5.5 a 9 mm de longitud y las hembras de 6 a 8 mm. Los huevos miden 84.3 por 42.4 μm y pasan en las heces del huésped en el estado de mórula. La L₃ mide de 863 a 1046 μm .¹⁸

Haemonchus contortus Rudolphi, 1803

La región cefálica mide menos de 50 μm de diámetro, la cavidad bucal es pequeña tiene tres labios inconspicuos, posee un diente delgado o lancetas. Las papilas cervicales son

prominentes parecidas a espinas. Los machos adultos miden de 10 a 20 mm de longitud. Las hembras miden hasta 30 mm, el útero es de color blanco debido a que está lleno de huevos y forma una espiral alrededor del intestino de color rojo que adquiere de la sangre, lo que da aspecto de un palo de barbero.²⁵ Los huevos son elípticos, regulares y anchos, contienen muchos blastómeros, miden 74 por 44 μm . Las L₃ son delgadas, miden de 630 a 790 μm , el esófago mide menos de un cuarto de la longitud corporal, la vaina es de tamaño medio, afilada en punta y frecuentemente tiene una curvatura ligera parecida a una bayoneta, en promedio hay una distancia de 70 μm entre la cola y la vaina.²¹

Mecistocirrus digitatus (von Linstow, 1906)

La cavidad bucal es pequeña con una lanceta oral, el cuerpo tiene estriaciones transversales, siendo más gruesas en la región cervical. Los machos son de color rojizo, mide de 20 a 21.5 mm de largo; las hembras asemejan a un palo de barbería debido a la disposición de los ovarios de color blanco enrollados en espiral alrededor del intestino de color rojo, miden de 26 a 30 mm.²⁶

Nematodirus Ramson, 1907

El cuerpo es muy delgado y atenuado anteriormente. La boca es circular, está delimitada por una corona aserrada, detrás de ella tiene un círculo interno de 6 papilas grandes seguidas por un círculo externo de 8 papilas pequeñas. Los huevos miden hasta 200 μm , tienen forma ovoide, su cubierta es delgada sin coloración y contienen de 2 a 8 blastómeros grandes de color oscuro.²³ Las L₃ miden de 900 a 1140 μm de longitud, poseen ocho células intestinales, la vaina es muy larga mide 215 μm en promedio, puede tener dos o tres lóbulos.²¹

N. battus Crofton y Thomas, 1951

Los machos miden de 10 a 13 mm las espículas se unen en su extremo distal, terminado con punta roma (Cordero del Campillo, 2000). Las hembras miden de 17 a 22 mm. Los huevos miden de 152 a 182 μm por 67 a 77 μm . Las L₃ tienen una longitud de 963 a 1136 μm incluyendo la vaina, solo el cuerpo de la larva mide alrededor de 774 a 928 μm .¹⁸

N. filicollis (Rudolphi, 1802)

Los machos miden de 10 a 15 mm, las espículas terminan en forma puntiaguda. Las hembras miden de 15 a 20 mm. Los huevos miden de 134 a 168 μm por 71 a 87 μm . Las larvas infectivas miden de 752 a 1018 μm con vaina y de 496 a 672 μm sin vaina, es la L₃ más pequeña del género. La cola termina roma y tienen una muesca profunda que se divide en lóbulo ventral y un pequeño lóbulo dorsal.¹⁸

N. spathiger (Raillet, 1896)

Es la especie más frecuente en los ovinos, los machos miden de 10 a 19 mm, las espículas terminan en una expansión en forma de cuchara. Las hembras miden de 15 a 19 mm. Los huevos miden de 182 a 230 μm por 91 a 107 μm , poseen de 2 a 8 células cuando son liberados en las heces. El cuerpo de la larva infectiva mide de 723 a 810 μm y con la vaina llega a medir de 967 a 1130 μm . La cola es bífida y presenta una estructura en forma de vara.¹⁸

Teladorsagia circumcincta (Stadelmann, 1894)

Su coloración es parda, la cavidad bucal es corta y amplia.²⁵ El macho mide de 7.5 a 8.5 mm de longitud, la hembra mide de 9.8 a 12.2 mm de largo. Los huevos miden de 85 a 103 μm , son elípticos, sus polos y paredes laterales son simétricos, contienen gran cantidad de blastómeros. La segunda y tercera capas de la cubierta miden menos de 1 μm .²⁰ Las L₃ miden entre 780 y 870 μm , la cola es redondeada, entre la terminación de ésta y de la vaina hay una distancia de casi 60 μm .²¹

Trichostrongylus axei (Cobbold, 1879)

Miden menos de 7 mm de longitud, no tienen cápsula bucal ni papilas cefálicas. Los huevos miden de 79 a 92 μm por 31 a 41 μm , son irregulares con polos anchos y desiguales, una pared es aplanada, se segmentan al momento de ser puestos y contienen de 16 a 32 blastómeros. La cubierta quitinosa es de superficie lisa y delgada.²³ Las L₃ miden de 619 a 762 μm , su esófago mide menos de un cuarto de la longitud corporal, la vaina mide 30 μm .^{18, 21}

T. colubriformis (Giles, 1852)

los machos miden de 4.5 a 5 mm y las hembras tienen una longitud de 5 a 7 mm. La extremidad posterior de las hembras termina en punta cónica. Los huevos miden de 79 a 101 μm por 39 a 47 μm y cuando son expulsados en las heces del huésped tienen de 24 a 32 células. Las L₃ L3 miden de 674 a 749 μm .¹⁸

T. vitrinus Loos, 1905

Los machos tienen una longitud de 4 a 7.2 mm y las hembras miden de 5 a 8 mm. Los huevos miden de 93 a 118 μm por 41 a 52 μm . Las L₃ tienen una longitud de 622 a 796 μm . La cola es roma con dos tubérculos terminales.¹⁸

Trichuris ovis Smith, 1908

En el extremo anterior presentan un collar. Los machos miden de 50 a 80 mm y su extremo anterior representa tres cuartas partes de la longitud del cuerpo. Las hembras miden de 35 a 70 mm, son ovíparas. Los huevos miden entre 70 y 80 μm por 30 a 42 μm , tienen forma de limón, de color pardoamarillento, con una cáscara gruesa y dos tapones polares hialinos y están sin segmentar al momento de la puesta.^{18,26}

Ciclo de vida

El ciclo de vida de *Strongyloides* tiene generaciones alternadas de vida libre y parásita, ya que es un parásito facultativo y su desarrollo depende de los factores ambientales. Las larvas son vivíparas y al salir en las heces del huésped pueden desarrollarse a una etapa infectiva, o a un macho o hembra de vida libre los cuales viven en el suelo y en la materia fecal. Los descendientes de la unión del macho y hembra también pueden desarrollarse a larvas infectivas. La larva infectiva penetra la piel y es transportada por el torrente sanguíneo a pulmones, entonces migra de la tráquea a la faringe y es tragada hasta llegar al intestino. La larva infectiva no tiene vaina protectora por lo que es poco resistente a la desecación.²⁷

El ciclo biológico de *Oesophagostomum* y *Chabertia* son similares, los huevos son depositados en las heces del huésped, después de 6 a 8 días con una temperatura de 20

a 22°C se forman las L₁, mudan dos veces para llegar a la etapa infectiva L₃, diferenciables por el número de células intestinales. Cuando son ingeridas con el alimento se desenvainan y penetran en la submucosa, mudan y regresan a la luz intestinal para madurar y alcanzar el estado adulto.²⁸

Los ciclos de vida son directos y similares para las especies de la familia Trichostrongylidae (Figura 1). Los huevos de estos parásitos son liberados al ambiente en las heces del huésped infectado, el ciclo continúa en el exterior. El embrión se desarrolla a larva 1 (L₁) en el suelo en 24 horas a una temperatura entre 22 y 26°C y eclosiona, la L₁ muda se convierte en L₂, crece y se desarrolla a L₃ que es la etapa infectiva. Las L₃ no se alimentan pero subsisten de las reservas almacenadas en las células intestinales, son muy activas y se desplazan verticalmente en la superficie húmeda de los pastos mostrando termotropismo e higrotropismo positivo (las larvas buscan zonas húmedas), geotropismo y fototropismo negativo (evaden la luz intensa). La combinación de estos tropismos hace que las L₃ suban a la punta del pasto cuando hay rocío y favorece la ingestión de las larvas por los ovinos que pastan. Las larvas ascienden al pasto antes de las 9 h y después de las 18 h en zonas templadas y en zonas tropicales húmedas se encuentra una cantidad mayor de larvas aproximadamente a las 12 h.²⁹

Las L₃ se localizan en donde se depositan los huevos de nematodos en las heces y también influye la conducta de pastorear de los ovinos.³⁰ Los ovinos se infectan al ingerir pastura contaminada con L₃, por lo que el número de larvas ingerido es proporcional a la cantidad de alimento consumido.³¹ Las L₃ son deglutidas, penetran las glándulas gástricas o migran al intestino delgado y permanecen en las criptas de Lieberkühn, ahí mudan dos veces y por último regresan al lumen para alcanzar la madurez, la migración dentro del huésped tiene una duración aproximada de entre 2 y 3 semanas por lo que en poco tiempo los adultos copulan y las hembras parásitas producen una gran cantidad de huevos.²⁹

Las L₃ desenvainadas de *Teladorsagia* se sitúan en la zona antipilórica, en la base de las glándulas gástricas, pueden desarrollarse ininterrumpidamente hasta llegar al estado adulto, principalmente ocurre en animales jóvenes o las L₄ pueden permanecer en hipobiosis cuando las condiciones ambientales son adversas (meses fríos), su desarrollo

se mantiene latente desde el otoño y lo reanuda a fines del invierno alcanzando la madurez en el abomaso durante la primavera.³

El ciclo de vida de *Trichuris ovis* empieza con la liberación de huevos en las heces del huésped. Los embriones alcanzan el estadio infectante L₁ dentro del huevo bajo condiciones favorables principalmente de humedad, temperatura, oxigenación y composición del suelo. Los ovinos se infectan al ingerir los huevos, las larvas eclosionan y migran a las porciones posteriores del intestino delgado, mudan a L₂ las cuales se introducen en la *muscularis mucosae* del ciego e inicio del colon. Después de varias mudas alcanzan el estado adulto.³²

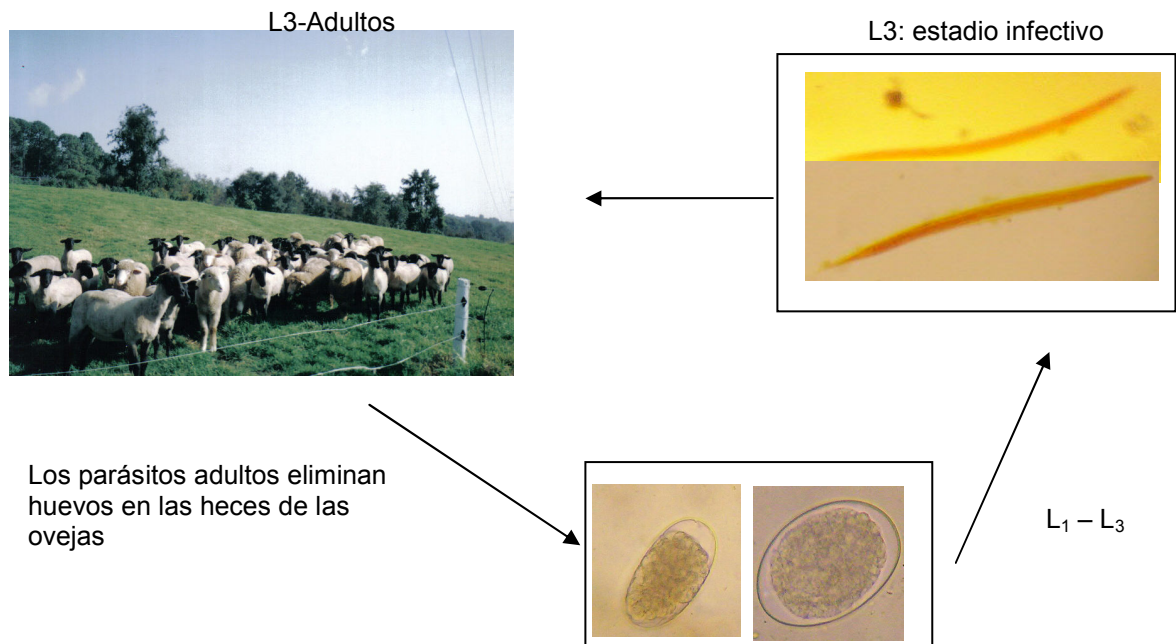


Figura 1. Ciclo de vida de Trichostrongilidos

1.3 Huésped

Edad

Las ovejas mayores de un año son más resistentes que los animales más jóvenes debido a que ya han estado expuestas anteriormente a una infección además de que su sistema inmune a nivel intestinal ya ha madurado,³³ actúan como portadores al eliminar huevos y contaminar las praderas³⁴ con el desarrollo posterior de las larvas hasta alcanzar la etapa

infectiva, lo cual resulta más eficiente si las L₃ proceden de huevos derivados de corderos pues se ha observado que los huevos liberados por ovejas adultas tardan más tiempo en desarrollarse, lo que podría sugerir que hay influencia de un mecanismo inmune en el desarrollo de las etapas de los NGI de vida libre y a su vez está relacionado con la contaminación de la pastura.³⁵

Periodo periparto

El aumento periparto es la expresión final de una serie de eventos biológicos relacionados con la transmisión de infecciones de una generación a otra aumentando la eficiencia de la hipobiosis, lo que produce que haya una sincronización de la expansión del huésped y las poblaciones del parásito, este fenómeno se ha descrito por Chroust³⁶ y Romjali *et al.*³⁷

El incremento de primavera o el incremento periparto del número de huevos en heces están relacionados con la maduración de las fases larvianas (L₄) que hibernaron en la mucosa del tracto digestivo de las ovejas adultas. La producción de un gran número de huevos uno o dos meses después del parto garantiza que habrá cantidades suficientes de L₃ cuando aumenta la población huésped y hay un número elevado de individuos susceptibles (corderos).²⁵

Las ovejas en periodo periparto (dos semanas antes del parto hasta las seis semanas después del nacimiento) son una fuente de contaminación importante para los animales en pastoreo, en este periodo se incrementa la eliminación de huevos debido a que hay disminución inmunitaria temporal relacionada con los cambios endocrinos³⁴ y pérdida de peso corporal por el aporte al feto durante la gestación o a la cría en lactación.³⁸ La magnitud de la elevación periparto está controlada por la resistencia de las ovejas a los parásitos y el balance protéico.³⁹

Los parásitos se adaptan a la periodicidad impuesta por la oveja de tal forma que cuando la población de huéspedes adultos está inmunodeprimido como en el caso de las ovejas en periodo periparto y consecuentemente con el aumento de la población susceptible (corderos destetados), también hay un incremento en la densidad del parasitaria.⁴⁰

Raza

Algunas razas son más susceptibles que otras a contraer infecciones parasitarias. La raza Suffolk es una raza muy susceptible a contraer infecciones con NGI especialmente a *H. contortus*⁴¹ que ovejas de EUA nativas de la costa del Golfo,⁴² las ovejas de raza Santa Inés de Brasil,⁴³ Katahdin y Saint Croix⁴⁴ y que la craza Dorper.⁴⁵ Burke y Miller⁴⁴ señalan que los corderos de la raza Suffolk son menos tolerantes a la hemoncosis que corderos Dorper. Se ha registrado que la craza Dorper es más susceptible que la raza Blackface escocés,³⁴ la Sabi⁴⁶ y que la Red Massai.⁴⁷ Algunos reportes indican que hay resistencia más pronunciada que está relacionada con la edad en corderos St. Croix comparada con corderos de raza Dorset y a su vez es mayor en corderos nativos de la costa del Golfo comparados con Suffolk.⁴⁴

La resistencia genética es consecuencia de la exposición natural por un periodo largo de tiempo a determinados parásitos, lo cual ha permitido que el huésped, en este caso los ovinos desarrollen mecanismos que impidan el establecimiento o desarrollo de dichos parásitos. Por ejemplo, la raza Suffolk es originaria de regiones de Europa donde al menos, *H. contortus* no es predominante, es decir, las ovejas Suffolk han estado expuestas a la infección relativamente por poco tiempo así que esta podría ser la razón por la cual son susceptibles; lo contrario ocurre, con la craza Santa Inés, que es resistente a las infecciones por NGI, debido a que fue creada seguramente de una raza que ha estado expuesta a la infección.⁴³

Estado Inmune

La característica clínica en la inmunidad contra NGI es la capacidad de los animales viejos a resistir la infección parasitaria mientras que los animales jóvenes la padecen. Los anticuerpos se incrementan como resultado de la infección y la respuesta de leucocitos difiere solo en un aumento de eosinófilos (eosinofilia). Las L₃, L₄ y adultos, en particular de *T. circumcincta* y *H. contortus* producen una elevada actividad quimioatrayente de eosinófilos, además el moco gastrointestinal (MGI) elimina a los parásitos mediante la adherencia y captura de parásitos, sin embargo éstos no siempre protegen al huésped por

lo que se sugiere que los eosinófilos y el moco promueven la formación de un microambiente favorable para el establecimiento del parásito.⁴⁸

La respuesta inmune del huésped inhibe el crecimiento, fecundidad, metabolismo, modula la actividad enzimática y causa daño corporal a los NGI; además actúa en el curso de la infección en la detención larvaria (hipobiosis), el aumento lactacional o periparto y la expulsión de parásitos adultos o autocuración.⁴⁹

Los NGI provocan una respuesta inmune específica pero con efecto inespecífico, ya que estos parásitos poseen diferentes antígenos en su superficie, pero la mayoría no inducen una respuesta inmune protectora en el huésped. Las células cebadas de la mucosa son activadas por antígenos parasitarios para liberar la proteinasa derivada de células cebadas de ovino (PCCO) asociada al moco de la superficie de la mucosa en ovinos inmunes a NGI y actúa en la permeabilidad de la mucosa determinada por la medición de los niveles de pepsinógeno en la linfa. La PCCO se registró en ovinos inmunes a *H. contortus* pero no en ovinos susceptibles a *T. circumcincta*.⁴⁹

La autocura es la expulsión de NGI adultos, acompañada de un descenso en la cantidad de huevos liberados en heces. Este fenómeno es el resultado del consumo de dosis elevadas de larvas infectivas o de la infección frecuente de los ovinos que son hipersensibles con lo cual aumenta la cantidad de anticuerpos y de anti-histamina pero no en el incremento en la resistencia a la reinfección.²⁷ La expulsión de los parásitos confiere protección a los animales contra cualquier cantidad significativa posterior o una nueva infección con el parásito. Este fenómeno se produce principalmente tras largos periodos de lluvias debido a que las ovejas ingieren gran cantidad de L₃, en consecuencia se relaciona el rechazo de la población adulta establecida en el tracto digestivo con una reacción de hipersensibilidad de las mucosas digestivas, aunque los parásitos son expulsados, las ovejas pueden morir a causa del dolor provocado por el desalojo.²⁵

Los animales desarrollan resistencia a un parásito bajo la exposición continua a éste, a su vez está determinada por la edad, raza y estado fisiológico del huésped. La resistencia indica que hay un número reducido de parásitos, determinado por la cuenta de huevos en heces; en el caso de la resiliencia la producción no se ve alterada durante el parasitismo.⁵⁰

El estado nutricional también influye en el grado de la infección; las ovejas con buen nivel nutricional aumentan su capacidad para combatir las consecuencias adversas del parasitismo, es decir, resiliencia, a un determinado plazo, esto puede permitir el desarrollo de la resistencia como una capacidad del huésped para contener, superar el parasitismo y así limitar el establecimiento, crecimiento, fecundidad y/o persistencia de la población parasitaria, por ejemplo, el tamaño de las hembras parásitas y su fecundidad disminuyen significativamente, por tanto el nivel adecuado de proteína promueve el desarrollo de la resistencia a los NGI.⁵¹ Durante la gestación y lactancia la prioridad es la cría, así la expresión de la inmunidad disminuye, por lo tanto las ovejas durante el periodo periparto relajan la expresión de su inmunidad en particular con los NGI.³⁴

Los NGI modulan la respuesta inmune del huésped para sobrevivir, entre los principales mecanismos de inmunoevasión están la inmunosupresión, la inducción lenta de la respuesta inmune del huésped y el metabolismo reducido o hipobiosis.⁴⁹ Las ovejas son muy susceptibles a los efectos de NGI y aún en infecciones moderadas resultan en bajo aumento de peso, depresión en la digestibilidad proteica y pobre utilización de calcio y fósforo.²⁷

1.4 Factores ambientales

Las condiciones climáticas determinan el establecimiento de una infección parasitaria, la temperatura y la humedad son fundamentales para el desarrollo de los huevos y de larvas de vida libre, sin embargo, la distribución de la lluvia promueve el desarrollo y supervivencia de los estados preparasíticos, desarrollo y traslocación de larvas infectivas en pasturas contaminadas ya que el número de L₃ es mayor durante la época lluviosa y después de ésta cuando la humedad relativa es alta, en tanto que en la estación de sequía hay bajo desarrollo larval,⁵² así la infección es muy ligera o no ocurre.⁵³

La temperatura permite el desarrollo de los parásitos, por ejemplo, en zonas templadas se desarrollan con mayor facilidad los huevos, la deshidratación e insolación son letales. Los huevos son depositados por periodos prolongados en el invierno, primavera o principios de verano lo que da como resultado que haya gran cantidad de larvas disponibles para los

animales que pastorean en primavera, verano u otoño respectivamente dependiendo de las condiciones de temperatura-lluvia.⁵⁴

La humedad es esencial para todas las actividades y es el criterio más importante para la longevidad de la larva además permite su desplazamiento.¹⁹ Las L₁ y L₂ mueren fácilmente, la L₃ es más resistente, por ejemplo, la L₃ de *H. contortus* en condiciones favorables sobrevive en clima templado de 10 a 15 semanas y en el verano caluroso vive de 3 a 4 semanas. *Cooperia* y *Teladorsagia* sobreviven 50 días a 33°C con humedad del 65% en tanto que las larvas de *Nematodirus* sobreviven en el invierno bajo la nieve. Las formas de vida libre difieren en su capacidad para sobrevivir bajo condiciones secas. Los huevos y larvas de *Cooperia*, *Bunostomum* y *Oesophagostomum* tienen poca resistencia a la desecación y son incapaces a resistir aún a periodos cortos de sequía.⁴⁰

Las larvas son más activas bajo condiciones cálidas que en las frías. Los huevos de *Haemonchus* se desarrollan entre los 9°C y por encima de los 30°C y aunque el desarrollo es rápido hay una mortalidad elevada. Los huevos de *Teladorsagia*, *Chabertia* y *Haemonchus* pueden eclosionar a temperaturas bajas, los huevos de *Cooperia* y *Bunostomum* requieren temperaturas relativamente altas, mientras que los de *Trichostrongylus* requieren una temperatura intermedia y sobreviven al invierno.⁴⁰

Los adultos tienen una existencia relativamente larga en las ovejas, los huevos contienen a las larvas y si resisten el frío y el congelamiento contribuyen a las infecciones del año siguiente, por ejemplo, *Nematodirus* es esencialmente de clima frío,⁴⁰ sin embargo, se le encuentra en México en regiones con clima subtropical (Hueytamalco, Puebla)⁵⁵ y templado (Ajusco, D.F.).⁵⁶ En áreas templadas, los NGI se desarrollan rápidamente cuando las temperaturas altas coinciden con la lluvia, por ejemplo *H. contortus* se le encuentra en niveles altos de contaminación sobre las pasturas por al menos 2 semanas después de que la pradera ha estado en uso, principalmente en los meses lluviosos y su periodo de vida se amplía hasta las 9 semanas, a diferencia de los meses de lluvias en los que se requieren entre 3 y 5 semanas de pastoreo para que las larvas se desarrollen.⁵⁷

En algunos sitios las L₃ pueden sobrevivir hasta por un año.⁵⁸ En zonas templadas las L₃ y los huevos sobreviven por periodos largos (hasta 14 meses), ya que las larvas son capaces de permanecer en hipobiosis fuera del huésped durante la estación desfavorable

para su desarrollo, ya sea en la deposición fecal o enterradas en el suelo (hasta 15 cm de profundidad).⁵⁹

Las larvas de *Nematodirus* se desarrollan dentro del huevo hasta alcanzar la L₃; la eclosión depende de estímulos extrínsecos, por ejemplo, la larva infectante de *N. battus* tiene que pasar por la congelación seguida de un tiempo más cálido antes de la eclosión. Esta adaptación sirve para concentrar las larvas infectantes en la primavera cuando hay corderos, así se limita la reproducción de este parásito a una generación por año.²⁵

Los estados preparásitos de *Oesophagostomum* resisten un periodo máximo de 10 semanas. Las larvas del género *Bunostomum* son susceptibles al congelamiento invernal.⁴⁰

Por otro lado, el viento y la lluvia promueven la dispersión de larvas ya que destruyen las heces en tanto que las esporas de los hongos *Pilobolus* y algunos invertebrados actúan como transportadores o dispersores de las fases libres.³⁰

El número de larvas que se recupera de la hierba está relacionado con la masa fecal que permanece en el sustrato y la cantidad es mayor en algunas especies de pasto que en otras lo que sugiere que la pastura presente también afecta al microclima teniendo efecto directo con el desarrollo y sobrevivencia de las larvas y con el riesgo de infección.¹⁴

1.5 Patogenia

Hay dos tipos de parasitismo por nematodos, por una parte se encuentra la parasitiasis, que es asintomática, relativamente sin lesiones, el huésped actúa como portador, existe una tolerancia entre huésped y parásito, es decir, hay resiliencia ya que el huésped es capaz de mantener la productividad a pesar de la infección. Por otra parte, en la parasitosis cuando el huésped es susceptible (lo contrario a resistente), permite el establecimiento, sobrevivencia, o reproducción del parásito, se presenta la enfermedad caracterizada por signos clínicos y lesiones.^{19,34}

Las infecciones de *Strongyloides* generalmente son ligeras y asintomáticas. Los adultos ejercen una acción tóxica debida a los productos de secreción y excreción que lesionan la mucosa y favorecen la penetración bacteriana. Al perforar la piel, las larvas ejercen una acción tóxica por las enzimas que secretan, pueden obstruir los capilares y se alimentan de exudado tisular.⁶⁰

Los adultos del género *Bunostomum* son hematófagos. Las larvas penetran en la piel, promoviendo infecciones bacterianas. La L₄ se fija a la mucosa del intestino delgado, la lacera y se alimenta de la sangre liberada.²⁵

Las larvas de *Oesophagostomum* atraviesan la pared intestinal y forman nódulos en los cuales se desarrollan lo que interfiere mecánicamente con la motilidad intestinal.²⁵

Las especies que se localizan en el abomaso penetran las glándulas gástricas debido a la penetración y crecimiento de las larvas en su interior, similar a como los parásitos atrofian las vellosidades intestinales. Algunos NGI (*Haemonchus*, *Trichostrongylus*) succionan sangre y fluidos del huésped, se alimentan sobre los tejidos de éste y secretan materiales tóxicos, provocan obstrucción mecánica intestinal y permiten infecciones secundarias por organismos patógenos.²⁷

El estadio preadulto de *Trichuris* causa irritación mecánica del ciego y colon. La implantación profunda del extremo anterior de los nematodos en la mucosa intestinal y su movimiento origina la perforación de capilares y desgarramiento de tejidos, con lo cual se producen pequeñas hemorragias. Es probable, que los parásitos secreten sustancias hemolisantes de provoquen la anemia hemolítica es el huésped. Facilitan la invasión bacteriana con formación de nódulos y abscesos locales y alteran el equilibrio hídrico.³²

Signos clínicos

Los signos clínicos que se observan en las infecciones por *Strongyloides* son diarrea con sangre y moco, anorexia, debilidad, postración, deshidratación, pelo áspero, pérdida de peso. Los signos pulmonares son taquipnea, tos, estertor y a veces neumonía. Las

infecciones masivas de *Strongyloides* provocan emaciación y diarrea. En la mucosa del duodeno y yeyuno hay erosión severa, anorexia, pérdida de peso, anemia y diarrea, puede haber daño en pulmones debido a la migración de las larvas.⁶⁰

Los signos más importantes causados por *Bunostomum* son la palidez en mucosas como consecuencia de la ingestión de sangre y a la interferencia en la eritropoyesis, inapetencia, diarrea con moco y sangre, hipoproteinemia, edema submandibular, caquexia y muerte. Las larvas al penetrar la piel causan prurito con irritación. En infecciones experimentales de *B. trigonocephalum*, se han encontrado petequias en pulmones debido a la migración tráqueo-pulmonar.¹⁹

La inflamación aguda causada por *Oesophagostomum* provoca un cuadro clínico caracterizado por diarrea fétida que puede ser fatal.²⁵ En la infección crónica, las ovejas arrojan heces con moco, sangre y emaciación. Solo los adultos de *Oesophagostomum* causan signos clínicos ya que se alimentan sobre la mucosa intestinal. Las heces son suaves pero no diarreicas, con un exceso de moco.²²

Los signos clínicos en las tricostrongilodosis se relacionan con el ciclo endógeno del parásito, especie, hábitos alimentarios, dosis infectante y con la edad y receptividad del huésped. Destacan el mal estado general, inapetencia y diarrea. En las infecciones del intestino delgado se produce un síndrome de malabsorción, con diarrea como consecuencia y por tanto se pierden electrolitos que dan como resultado acidosis, deshidratación e insuficiencia renal. La forma aguda es frecuente en los animales jóvenes, con diarrea y deshidratación. La forma crónica es más frecuente en los adultos, se caracteriza principalmente por pérdida de apetito y disminución de peso corporal.²⁸

La hemoncosis aguda se presenta en animales jóvenes, las características principales son la palidez de piel y membranas mucosas, sangre acuosa, hipoproteinemia y edema submandibular, debilidad extrema e insuficiencia respiratoria debida a la disminución de eritrocitos.²⁵

Los signos clínicos de infecciones con *Teladorsagia* son diarrea abundante con olor pútrido, deshidratación, pérdida de peso, de apetito y debilidad, incluso la muerte.³

Las larvas de *Trichostrongylus* defecan heces líquidas, grises-negruzcas condición conocida como diarrea negra y puede ocasionar la muerte.²²

Los corderos infectados con *Trichuris* presentan debilitamiento, edema, diarrea profusa, deshidratación y pérdida de peso.³²

Lesiones

Las lesiones causadas por *Strongyloides* son enflaquecimiento general, las inflamaciones catarrales en duodeno y yeyuno con hemorragias petequiales y equimóticas, desprendimiento de la mucosa del duodeno, hidrotórax, ascitis, hígado edematoso y riñoños hiperémicos. La penetración de la larva a través de la piel resulta en una reacción inflamatoria con comezón y hemorragia, las exposiciones continuas pueden originar dermatitis difusa en costados y abdomen. En los pulmones hay hemorragias múltiples sobre la superficie, atelectasia y enfisema, además en las lesiones pulmonares causadas por la migración de las larvas agravan infecciones latentes que pueden originar neumonías.^{27,60}

Los ovinos adultos infectados con *Bunostomum* pueden presentar anemia progresiva con malestares digestivos, en los jóvenes hay anemia y manifestaciones nerviosas como debilitamiento en las extremidades posteriores y parálisis progresiva. Las infecciones fuertes causan emaciación, anemia marcada, hidranemia, petequias en mucosa intestinal y sangre en el contenido intestinal, pérdida de peso, retardo del crecimiento, caquexia y muerte.¹⁹

Las larvas de *Oesophagostomum* forman nódulos en la pared intestinal en los cuales se desarrollan. Los nódulos se caseifican y calcifican; una afección grave puede interferir mecánicamente con la motilidad intestinal.²⁵

Los nematodos del abomaso causan lesiones en las glándulas parasitadas, lo que origina su dilatación y profusión sobre la superficie de la mucosa y las células son reemplazadas por células no diferenciadas, lo que ocasiona que disminuya la producción de ácido

clorhídrico, como consecuencia aumenta el pH abomasal a más de 5, se detiene la digestión proteica e impide la activación del pepsinógeno en pepsina, así áquel aparece en el plasma. Aumenta la permeabilidad de la mucosa por la ruptura de las uniones de las células epiteliales lo cual permite la pérdida de proteínas plasmáticas al lumen y hay edema periférico que interfiere con las funciones digestivas principalmente con el metabolismo de las proteínas lo que puede llevar a la muerte.³

Las larvas de *Haemonchus* producen cambios degenerativos en corazón, hígado y riñón debido a la pérdida de sangre y el bazo tiene poca sangre. Las lesiones en el abomaso indican hemorragia capilar continúa lo que da como resultado anemia extrema, deficiencia de hierro y muerte. En infecciones altas, los parásitos extraen hasta un quinto del volumen eritrocítico circulante en corderos y una vigésima parte por día en infecciones crónicas, por lo que el huésped es incapaz de compensar la pérdida de sangre, si la nutrición es la adecuada el animal puede restablecerse.²⁵

Los nematodos *Teladorsagia* causan la formación de nódulos blanquecinos, abultados y en infecciones masivas se fusionan dando al abomaso aspecto de cuero. Los signos clínicos son diarrea abundante con olor pútrido, deshidratación, pérdida de peso, de apetito y debilidad, incluso la muerte.³

Las larvas de *Trichostrongylus* causan gastroenteritis y secreción de moco, extraen cierta cantidad de sangre del huésped pero no causan anemia grave. Principalmente infectan a corderos por lo que inhiben el desarrollo normal de éstos.²²

Las alteraciones causadas por *Trichuris* consisten en engrosamiento edematoso, formación de moco, petequias y lesiones circunscritas en la mucosa, en ciego y a veces en colon. Hay lesiones catarrales y necróticas microscópicas, congestión, hiperemia, ganglios linfáticos mesentéricos engrosados, inflamación de los capilares de la lámina propia e infiltraciones celulares de eosinófilos y neutrófilos. Se forman nódulos y abscesos cuando están presentes las infecciones bacterianas.³²

En las infecciones con NGI se pierde proteína endógena debido al incremento de la secreción de mucoproteínas. Se reduce el hematocrito, la proteína total sérica y la

concentración de albúmina. La prioridad en una infección es asegurar la persistencia del animal por lo que el crecimiento y la reproducción se vuelven funciones secundarias.⁶¹

1.6 Diagnóstico

El diagnóstico de la presencia de NGI puede basarse en los signos clínicos y subclínicos sin embargo, se realizan pruebas coproparasitológicas para confirmar la existencia de huevos. Las muestras se toman directamente del recto y posteriormente se realiza una técnica de flotación que se sustenta en las diferencias de densidad de los huevos y larvas de los parásitos, en relación con los residuos fecales. La mayoría de huevos de tricostrongilidos son muy similares por lo cual es difícil realizar una identificación a nivel de especie con la simple observación de éstos; por ello se preparan cultivos de huevos a partir de heces, para que las larvas eclosionen y alcancen la etapa infectiva (L₃) e identificarlas.⁶²

La cuenta de huevos de heces se usa para el escrutinio de las infecciones helmínticas ya que indica el tamaño de una infección subclínica establecida⁶³ pero no muestra el tamaño de la población de parásitos en el huésped, por otra parte, la ausencia de huevos no indica necesariamente que el animal no esté infectado debido a que puede haber formas inmaduras al momento de la prueba o puede ser que ésta no sea lo suficientemente sensible. El conteo de huevos es limitado en precisión y significado porque intervienen varios factores, entre ellos se puede mencionar la existencia de machos y larvas que no dan muestra alguna de su presencia, durante el periodo prepatente no hay huevos en las heces pues aparecen hasta el periodo patente y disminuyen a medida que el parásito envejece, hay gran fluctuación en la salida de huevos, la producción es cíclica variable incluso en el mismo día y no están distribuidos uniformemente en las heces. Su liberación es afectada por la variación estacional, resistencia e inmunidad nivel nutricional del huésped.²³

En infecciones mixtas resulta difícil determinar las especies de parásito presentes por la similitud de los huevos y por otra parte, las hembras tienen una eliminación de huevos diferente por día, por ejemplo, las hembras de los géneros *Oesophagostomum* y

Haemonchus tienen una producción muy alta de 5000 a 10,000 huevos por día aproximadamente, en tanto que la producción de *Bunostomum* se clasifica como media con alrededor de 600-800 huevos diarios y *Cooperia*, *Teladorsagia* y *Trichostrongylus* tienen una producción baja con 200 huevos al día y *Nematodirus* solo produce 50 huevos o menos.⁶⁴

La patogenicidad de algunas especies se relaciona con su fecundidad, la resistencia del huésped y otros factores, las cuentas altas de huevos indican la presencia de una o más especies y/o un grado alto de susceptibilidad del huésped. Para medir la extensión e intensidad de la infección se realiza el conteo de huevos en las heces. El parasitismo se clasifica en tres categorías: “bajo”: de 50 a 500 hpgh, “moderado” de 550 a 2000 hpgh y “alto” con más de 2000 hpgh. La media aritmética de huevos se usa como indicador del riesgo de la contaminación de las pasturas, este valor es importante porque está afectado por los parásitos, su patogenicidad y la resistencia del huésped.⁶⁵ El conteo de huevos es muy variable ya que el potencial reproductivo de los parásitos tiene fluctuaciones elevadas en la cantidad de huevos y la postura de huevos es diferente según la especie de parásito.⁴⁰

1.7 Control

Tratamiento químico

El control se basa principalmente en el uso de terapéutica supresora o drogas combinadas, con prácticas de pastoreo y estrategias de manejo. El uso periódico de antihelmínticos disminuye el parasitismo masivo y previene de la muerte a los animales más afectados, pero no previenen reinfecciones. Los antihelmínticos de amplio espectro disponibles contra NGI son los bencimidazoles (tiabendazol, cambendazol, mebendazol, flubendazol, fenbendazol, oxfendazol, albendazol, ciclobendazol, oxibendazol, parbendazol, luxabendazol, ricobendazol, albendazol solfóxido) probencimidazoles (netobimina, tiofanato, febantel) imidazotiazoles (tetramisol, levamisol, butamisol), tetrahidropirimidinas (morantel, pirantel, oxantel), salicilanilidas (closantel), organofosforados (haxolón, coumafós, triclorfón, naftalofós, crumofate) y las lactonas macrocíclicas (ivermectina, abamectina, doramectina, moxidectina).⁶⁶ Es importante

considerar la eficacia del antihelmíntico contra nematodos parásitos, para ello se clasifican en altamente eficaces >98%, eficaces >90%, moderadamente eficaces 80 a 90% y de baja eficacia del 60 al 80%. Las eficacias menores al 60% se consideran no eficaces.^{67,68}

Los bencimidazoles tienen acción larvicida y ovicida, su mecanismo de acción consiste en la unión a la tubulina del parásito, sin embargo, en el caso de *H. contortus*, *T. colubriformis* y *Teladorsagia circumcincta* hay unión en niveles bajos lo que permite que los parásitos desarrollen resistencia. El albendazol tiene efecto nematodocida contra huevos, larvas y adultos, con una eficacia mayor al 90%.⁶⁹

Las tetrahidropirimidinas bloquean la transmisión neuroganglionar del parásito con efecto tipo colinérgico despolarizante, en tanto que el mecanismo de acción de las salicilanilidas, en especial del closantel, produce cambios a nivel ultraestructural, como disturbios en las mitocondrias, así el parásito sufre una parálisis espástica en las dos horas siguientes a su administración, después de ocho horas, se alteran los procesos de absorción y a las 24 horas hay daño en el aparato reproductor, no se realiza la fosforilación oxidativa, por lo tanto, el nematodo no tiene energía y muere.⁶⁹

El levamisol es el menos tóxico de los imidazotiazoles, posee un amplio espectro contra nematodos en ovejas, causa contracción muscular permanente y bloquea a la fumarato reductasa en forma irreversible de los parásitos, a pesar de que tiene una eficacia mayor al 90% sobre los nematodos adultos, es menor para las formas larvianas, con una eficacia del 75 al 80%; por otra parte, su uso es limitado ya que tiene un margen terapéutico reducido y se puede considerar que los ovinos son la especie más sensible al medicamento.⁶⁹

Los organofosforados tienen buena eficacia contra los adultos de tricostrongilidos, pero la toxicidad es elevada, por lo cual han sido desplazados por nuevos antihelmínticos de mayor eficacia e inocuidad.³⁰

Las lactonas macrocíclicas, en particular, la ivermectina estimula la liberación del ácido gammaaminobutírico (GABA) del parásito, causa la parálisis y la muerte de éste. La ivermectina administrada a ovinos por vía intravenosa tiene una vida de 40 horas, aunque

la vida varía según su forma de administración, por efecto residual puede ser de 10 a 12 semanas, su eficacia en adultos y larvas es mayor al 90% y para huevos está entre 50 y 74%.⁶⁹

El uso frecuente de antihelmínticos es insostenible y conlleva a que los parásitos desarrollen resistencia a antiparasitarios nuevos como resultado del uso irracional de las drogas, a la administración de dosis subterapéuticas y periodos de aplicación cortos, así como a la escasa alternancia de fármacos de distinta familia.^{61,70} La resistencia antihelmíntica es un mecanismo, de adaptación de los NGI, el parásito soporta la dosis de un compuesto que es letal para la población susceptible, tienen la capacidad de sobrevivir a los efectos de éstos lo cual es el resultado de la selección hecha por los mismos antihelmínticos, de los genes que rigen los mecanismos bioquímicos y fisiológicos responsables de evadir el efecto de estos fármacos.^{66,71} El primer caso de resistencia a tiabendazol se describió en 1968, al levamisol en 1975 y a las ivermectinas en 1985.³¹ Actualmente hay poblaciones de NGI de las especies *H. contortus*, a *T. circumcincta*, *Trichostrongylus spp* y *Cooperia spp* resistentes a bencimidazoles, imidazotiazoles y lactonas macrocíclicas en especial la ivermectina.^{72,73}

En México se han identificado casos de *Haemonchus* resistentes a los bencimidazoles^{4,70,74,75} y a la ivermectina.^{75,76}

Medidas complementarias

Algunas medidas complementarias para el control de NGI ha sido el empleo de organismos vivos, la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que ejerce acción letal contra huevos y larvas de NGI de ovinos, en especial de *H. contortus* y por otra parte, el hongo nematófago *Duddingtonia flagrans* se alimentan de larvas recién eclosionadas.⁷⁷ Otra opción, es disminuir la densidad de rumiantes para evitar que los animales se alimenten cerca a la tierra y así evitar el consumo de un número alto de L₃ que pudieran estar enterradas, además de que es conveniente separar a los ovinos por grupos de edad. La desparasitación debe ser estratégica cuando las condiciones son las más favorables para el desarrollo larval en la pastura. La nutrición es fundamental por lo que se requiere que

exista un plan adecuado que reduzca los efectos de los parásitos gastrointestinales y en conjunto realizar un manejo de pastoreo mediante la creación de pasturas seguras, es decir, que no están libres de parásitos pero contienen una cantidad baja de larvas infectantes mediante el descanso de la pradera mayor a 30 días, para minimizar la ingestión de L₃.⁷⁸

El desarrollo de los programas en conjunto requiere un conocimiento de los parásitos presentes incluyendo su biología y epidemiología, estructura de la población huésped y el manejo de pastoreo, disponibilidad estacional y sobrevivencia de los parásitos y las condiciones ambientales de áreas particulares.

1.8 Antecedentes epidemiológicos en México

En México se han realizado varios estudios para determinar la frecuencia de NGI de ovinos bajo circunstancias particulares.

Frecuencia de nematodos gastrointestinales (NGI) en regiones templadas

En Villa del Carbón, Estado de México se realizó un estudio para determinar la frecuencia de NGI. Se estudiaron 15 ovejas cruzadas de Rambouillet, la proporción de géneros registrados fue: *Haemonchus* 46%, *Cooperia* 25%, *Ostertagia* 15%, *Oesophagostomum* 6%, *Bunostomum* 5% y *Trichostrongylus* 3%. Se observó una elevación del porcentaje en verano y otoño y una baja considerable en invierno.⁷⁹

En la región de Parres, D.F. se notificaron los siguientes géneros: *Haemonchus* (51.3%), *Trichostrongylus* (4.8%), *Cooperia* (10.8%), *Ostertagia* (11.4%), *Bunostomum* (7.7%) y *Oesophagostomum* (7.7%).⁸⁰ En el Ajusco, D.F. se utilizaron ovinos criollos sometidos a un sistema de pastoreo extensivo e infectados de forma natural, los géneros de NGI identificados fueron en orden *Haemonchus*, *Bunostomum*, *Nematodirus*, *Trichostrongylus*, *Oesophagostomum*, *Ostertagia* y *Cooperia*.⁵⁶

En el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agro-Silvo-Pastoril, de la FMVZ de la UNAM, en Chapa de Mota, Estado de México se realizaron estudios

coprológicos de 250 ovinos, alojados en corrales con piso de cemento en el periodo de febrero a noviembre de 1996. La prevalencia de NGI fue de 100% en febrero, 4.8% en marzo, 76.8% en abril, 73.2% en mayo, 30.5% en junio, 70.7% en julio, 54.9% en octubre y 57.8% en noviembre. El promedio fue de 58.5 huevos por gramo de heces con un máximo de 100 y un mínimo de 4.8.⁸¹

En Totolapan, Morelos, se examinaron las heces de ovinos criollos, de ambos sexos, de diciembre de 2003 a febrero de 2004. La prevalencia de NGI fue del 80%. Mediante coprocultivos se identificaron *Ostertagia spp* y *Haemonchus spp*. Se propuso que los meses de mayor riesgo de infección fueron mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre debido a que fueron los meses más húmedos, lo cual favoreció el desarrollo de los parásitos.³⁹

En el CEIEPO se han realizado estudios previos a éste, los resultados indicaron una prevalencia para ovejas de la raza Suffolk entre febrero y mayo de 1992 del 64% para *Haemonchus*, 22% *Ostertagia (Teladorsagia)*, 12% *Trichostrongylus* y 2% *Trichuris*;⁸² para ovejas Rambouillet se registró para *Haemonchus*: 82%, *Ostertagia (Teladorsagia)*: 12%, *Trichostrongylus*: 15%, y *Trichuris*: 3%.⁸³ Entre enero y junio de 1995 se registró que el 94% de las ovejas fueron positivas a *Haemonchus* y 6% a *Ostertagia*.⁸⁴ Sin embargo dichos estudios solo han tenido duración de tres meses, por lo que no indican si hay alguna variación estacional de los parásitos.

Estudios de frecuencia de huevos de nematodos gastrointestinales (NGI) en ovejas durante el periodo periparto

El fenómeno de elevación de huevos de NGI durante el periparto se ha descrito en zonas con clima cálido en ovejas de raza Pelibuey en Tlacotalpa, Tabasco⁸⁵ y en Tamuín, SLP.⁸⁶ En ovejas de raza Tabasco se registró un incremento de huevos por gramo de heces significativo que ocurrió de seis a ocho semanas después del parto en comparación con ovejas de la misma raza pero sin parto, además se les aplicó tratamiento antihelmíntico (Oxfendazol) el cual no tuvo algún efecto en la reducción de huevos.⁸⁷ Alba *et al.*,⁸⁸

registraron dicho incremento en ovejas criollas, por otra parte, Farías⁸⁹ lo demostró en ovejas Suffolk localizadas en Huixquilucan, Estado de México, cuyo clima es templado.

Larvas infectivas (L₃) de NGI de ovinos en pastoreo

En Martínez de la Torre, Veracruz, Delgado *et al.*,⁹⁰ recolectaron el mayor número de L₃ del pasto a las 12 h, la cantidad disminuyó a las 9 y 15 h y aún más en las lecturas de 6 y 18 h. No se encontró diferencia entre los meses en que se realizó el trabajo, sin embargo la cantidad fue ligeramente mayor en abril, febrero, mayo y menor en junio y marzo.

En Jiutepec, Morelos, Liébano *et al.*,⁹¹ determinaron que la sobrevivencia de L₃ de *H. contortus* fue mayor en octubre, noviembre y diciembre, meses posteriores a los meses más lluviosos. Las condiciones de temperatura, humedad y precipitación pluvial a nivel del suelo fueron determinantes para la sobrevivencia así hubo una correlación positiva con un coeficiente de correlación de 0.85. Orozco y López⁹² identificaron de la pastura de un rancho de Tlacotalpa, Tabasco, los géneros *Haemonchus*, *Cooperia*, *Trichostrongylus*, *Chabertia ovina*, *Ostertagia*, *Oesophagostomum*, *Strongyloides papillosus* y *Bunostomum*.

En Tepoztlán, Morelos, Villegas¹⁶ recolectó un promedio de 252.3 L₃ de NGI del pasto en un sistema de rotación de potreros durante agosto y septiembre; el porcentaje de L₃ fue de 91.4% para *Haemonchus* y 8.5% *Oesophagostomum*. Por otra parte, en un rancho con libre pastoreo hubo promedio mensual de 399.1 L₃ de las cuales el 57.4% fueron *Haemonchus*, 33.2% *Oesophagostomum* y el 9.4% *Nematodirus*.

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la frecuencia y la intensidad media en la eliminación de huevos de NGI en las ovejas y las larvas en el pasto del CEIEPO permitió conocer la variación estacional, el comportamiento de los antihelmínticos empleados, el incremento de huevos durante el periodo periparto y la contaminación de las praderas, dichos parámetros parasitológicos sirven para hacer un diagnóstico epidemiológico y mejorar los esquemas de control implantados en el Centro.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la frecuencia, la intensidad media en la eliminación de huevos y el porcentaje de géneros (L₃) de nematodos gastrointestinales (NGI) en ovejas y la cantidad y porcentaje de géneros (L₃) de NGI en praderas implantadas del CEIEPO cada 28 días, durante 13 meses (mayo de 2004 a mayo de 2005) y relacionarlas con factores climáticos, fisiológicos, quimioterapéuticos y de manejo zootécnico.

Objetivos específicos

Determinar la frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces y el porcentaje de géneros de NGI en ovejas de dos razas y relacionarlas con la temperatura y precipitación pluvial, el periodo periparto y con las fechas de administración de antihelmínticos.

Determinar la cantidad y la variación del porcentaje de géneros de NGI a través de L₃ recolectadas del pasto y relacionarlas con temperatura-humedad, praderas en pastoreo y praderas con descanso y carga animal.

HIPÓTESIS

La frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO varía de acuerdo a la época del año, al periodo periparto y a la administración de tratamiento antihelmíntico.

La frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces y el número de géneros de NGI en ovejas se eleva en la temporada de lluvias y el periodo periparto, por el contrario, se reduce en la temporada de sequía y con la administración de antihelmínticos.

La cantidad de L₃ y los géneros presentes de NGI recolectadas del pasto son más abundantes en la temporada de lluvias y en praderas en pastoreo, en cambio, disminuyen en la temporada de sequía y en las praderas en descanso.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Localización del Centro de Estudio

El trabajo de campo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO) ubicado en Tres Marías, Municipio de Huitzilac, Estado de Morelos. Dicho Centro está ubicado en el km 53.1 de la carretera federal México-Cuernavaca. La superficie total es de 44.36 has, su localización geográfica es de 19°03' Norte y 99°14' Oeste, situada a 2810 metros sobre el nivel del mar. El clima es templado frío, con lluvias en verano (de julio a octubre) (Cb(w2)(w)ig) con una precipitación promedio anual de 1724mm, la temperatura media es de 9.9°C.⁹³ (Figura 1).

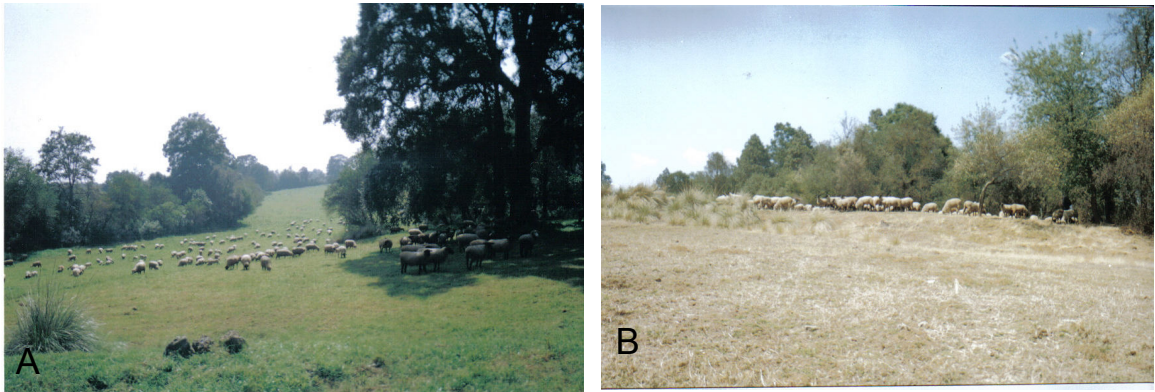


Figura 1. Praderas del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina en dos temporadas diferentes. A. Temporada de lluvias (septiembre de 2004). B. Temporada de sequía (marzo de 2005).

2.2 Registro de temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa

En la estación meteorológica del CEIEPO, se registraron las temperaturas mínimas y máximas, se obtuvo el promedio mensual y la precipitación pluvial diaria y la acumulada mensual. Además, el día del muestreo con un higrómetro se tomaron la temperatura y humedad relativa (HR) entre las 14:00 y 15:30 h de la pradera en pastoreo y de la próxima a ser utilizada por los animales, dicha pradera, tenía de 30 a 40 días de descanso. Los datos del microclima se registraron en dos niveles, uno aproximadamente a un metro de altura del suelo (a) y el otro a nivel de éste (b).

2.3 Ovejas

De un rebaño de aproximadamente 300 ovejas, de peso y tamaño similares, clínicamente sanas, se emplearon dos grupos, uno de raza Dorset y otro de raza Suffolk. Se eligieron 25 ovejas para cada grupo, sin embargo, el número fue variable durante el periodo de estudio debido a causas propias del CEIEPO. Es importante señalar que a pesar de que la “n” fue diferente en la mayor parte del estudio, se trabajó con las mismas ovejas, que habían sido seleccionados en el primer muestreo y no hubo sustituciones o incorporación de nuevos animales. La cohorte estuvo formada por ovejas de 3 a 7 años de edad y el criterio de inclusión fue por conveniencia. Las ovejas permanecieron en pastoreo rotacional diurno en praderas implantadas de las 8 a las 16 h y estabulación nocturna. Al inicio del estudio algunas ovejas incluidas estaban en lactación ya que tuvieron cría en febrero del 2004, posteriormente a principios de agosto empezó el empadre por lo que el 65% de las ovejas quedaron preñadas y el parto ocurrió entre las últimas dos semanas de enero y febrero de 2005.

2.4 Diseño experimental

El estudio fue observacional, prospectivo, longitudinal y comparativo de acuerdo con Méndez *et al.*⁹⁴ El periodo abarcó de mayo de 2004 a mayo de 2005, por lo que fue posible obtener muestras en la temporada de lluvias (mayo a noviembre de 2004) y en la temporada de sequía (diciembre de 2004 a mayo de 2005), la recolección de material biológico se realizó aproximadamente cada 28 días. Se colectaron muestras de heces de las ovejas, se obtuvo la frecuencia (porcentaje de muestras positivas a huevos de NGI) e intensidad media en la eliminación de huevos (cantidad de huevos promedio del grupo positivo) y el porcentaje de géneros de NGI en ovejas de dos razas. Dichos parámetros se relacionaron con la temperatura y la precipitación pluvial, el periodo periparto y con las fechas de administración de antihelmínticos.

Se recolectó pasto de la pradera que estaba en pastoreo y de la próxima a pastorear para determinar la cantidad y la variación de géneros de NGI a través de la identificación de L₃ recolectadas del pasto. Dichos datos se relacionaron con la temperatura y la humedad relativa, con el tipo de pradera (praderas en pastoreo y praderas con descanso).

2.5 Recolección de heces

2.5.1 Técnica

Las muestras de heces se colectaron directamente del recto, se colocaron en bolsas de polietileno y se trasladaron en hieleras al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; se almacenaron en refrigeración a 4°C. Posteriormente, en la siguiente semana se les realizó la técnica de Mc Master para la búsqueda de huevos de NGI, si la muestra resultó positiva el conteo se expresó como huevos por gramo de heces (hpgh), en caso de que la muestra fuera negativa se realizó la técnica de flotación simple.⁶²

Se realizaron coprocultivos de cada raza para la cría de larvas de NGI. Las heces se homogeneizaron con aserrín estéril en recipientes de plástico, la mezcla se humedeció sin que hubiera exceso de agua, se incubó a 27°C durante 14 días y se oxigenaron diariamente.⁹⁵ Transcurridos los catorce días, se recolectaron las larvas de tercer estadio por medio de la técnica de migración larvaria durante 24 horas. Las larvas emigraron de las heces y por gravedad pasaron a través de la coladera, se sedimentaron en el fondo del embudo y se tomaron las primeras gotas.²³

Se tomó una gota del líquido recolectado del aparato de Baermann y se colocó una gota de lugol para fijar las L₃.⁹⁶ Mediante la observación microscópica se realizó la identificación taxonómica de los diferentes géneros de NGI.^{21,24,97}

2.5.2 Interpretación de resultados

Frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales (NGI) de ovejas

La frecuencia de huevos de NGI se expresó en porcentaje de las muestras de heces positivas a huevos. Se determinó la variación en la frecuencia por razas. Se hicieron pruebas no paramétricas debido a que existía un gran sesgo por lo que la distribución no se acercaba a la normal.^{68,98,99}

La intensidad media de huevos se calculó a través de la media aritmética de las muestras positivas mediante la siguiente fórmula:¹⁰⁰

$$\text{Intensidad media} = \frac{\text{Suma total de hpgh de las muestras positivas}}{\text{Número de individuos infectados}}$$

De la intensidad media en la eliminación de huevos, se obtuvo el error estándar. Se calcularon los hpgh mínimos, y los máximos y se obtuvo el porcentaje mensual de ovejas con carga parasitaria baja (50-500 hpgh), moderada (550-2000 hpgh) y alta (más de 2000 hpgh).⁶⁵

Relación de huevos por gramo de heces (hpgh) con temperatura y precipitación pluvial

La frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos se relacionaron con la temperatura mensual promedio y la precipitación pluvial mensual. Se hizo un ajuste para verificar si las condiciones atmosféricas influyeron en el parasitismo, de tal manera que la frecuencia y la eliminación de huevos se correlacionaron con los datos meteorológicos de un mes anterior al muestreo.

Intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces (hpgh) de nematodos gastrointestinales (NGI) durante el periodo periparto

El periodo periparto abarcó desde cuatro semanas antes del parto y de seis a ocho semanas después del mismo, para verificar si hubo diferencia de hpgh se agruparon los datos según la condición de las ovejas. Primero se compararon los hpgh de las ovejas Dorset contra Suffolk que no tuvieron parto (0) y después los hpgh de las ovejas de la raza Dorset contra Suffolk con parto o gestantes (1). Como segundo punto se hizo la comparación de hpgh de ovejas gestantes (0) contra no gestantes (1) de la raza Dorset y por último se compararon los hpgh de ovejas gestantes (0) contra no gestantes (1) de la raza Suffolk.

Evaluación de Efecto Extensión (EE) y Efecto Intensidad (EI) del tratamiento antihelmíntico entre razas

Los períodos de transmisión se interpretaron a través de las reinfecciones en las ovejas ya que en el CEIEPO hay aplicación periódica de tratamiento antihelmíntico. El primer antihelmíntico empleado fue ivermectina (Ivomec) en dosis de 200 µg/kg de peso vivo, se aplicó el 24 de junio de 2004. El segundo tratamiento fue albendazol (Valbazen) en dosis de 10 mg/kg de peso vivo, se administró el 24 de septiembre del mismo año, por último el tercer antihelmíntico fue nuevamente ivermectina (Ivomec) en dosis de 200 µg/kg de peso vivo, la fecha de administración correspondió al 8 de febrero de 2005. Para demostrar la eficacia del fármaco en la reducción de la frecuencia de muestras positivas a huevos de NGI y en la intensidad media de eliminación de huevos se midió el Efecto Extensión (EE) y el Efecto Intensidad (EI) en el muestreo siguiente a la administración del tratamiento.

El EE fue el porcentaje de reducción del número de animales positivos en el grupo que excretaron huevos de NGI, se usó la siguiente fórmula:¹⁰¹

$$EE = \frac{(\% \text{ muestras positivas a NGI AT} - \% \text{ muestras positivas a NGI DT})}{\% \text{ muestras positivas a NGI AT}} \times 100$$

AT: antes del tratamiento DT: después del tratamiento

El Efecto Intensidad fue el porcentaje de reducción en la intensidad media de excreción de huevos de la media de cada grupo antes del tratamiento y al siguiente muestreo, es decir:¹⁰¹

$$EI = \frac{(\text{promedio de hpgh AT} - \text{promedio de hpgh DT})}{\text{promedio de hpgh AT}} \times 100$$

Las muestras con cero huevos fueron incluidos en el cálculo del promedio para cada grupo y los cálculos se hicieron usando el porcentaje ya que el número de muestras no siempre fue la misma en los meses de muestreo.¹⁰¹

Se obtuvo el Efecto Intensidad por raza de acuerdo al periodo periparto: sin periodo periparto (0) y con periodo periparto (1) para determinar la eficacia del fármaco aplicado,

esto se midió en el muestreo siguiente a la segunda administración de ivermectina, es decir, tres semanas después.

Clasificación de géneros de nematodos gastrointestinales (NGI) a través de larvas 3 (L₃) de coprocultivos

Una vez que se clasificaron las larvas de cada grupo se obtuvo el porcentaje de géneros existente mensualmente por raza, aproximadamente 100 larvas ó menos de acuerdo al coprocultivo.

2.5.3 Análisis estadístico

Frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces (hpgh) de nematodos gastrointestinales (NGI) en ovejas

Se realizó la prueba exacta de Fisher para comparar la frecuencia entre las razas a través de trece meses.¹⁰²

Se hizo transformación logarítmica ($\log \text{hpgh} + 1$) de los datos para identificar normalidad y homogeneidad de varianzas pero no se consiguió por lo cual se hicieron pruebas no paramétricas. Con las cantidades de hpgh se hizo al análisis con la prueba de Wilcoxon para determinar diferencia estadística entre muestras pareadas entre meses adyacentes, es decir se comparó mayo con junio, junio con julio, julio con agosto y así sucesivamente, además, se hizo la prueba de U-Mann-Whitney para demostrar diferencia en la intensidad media en la eliminación de huevos entre raza y los meses en los que se presentó.¹⁰²

Se hizo la correlación de Spearman¹⁰² entre la intensidad media de eliminación de huevos, la temperatura mensual promedio y precipitación pluvial mensual acumulada.

Para interpretar la diferencia estadística en la eliminación de hpgh durante el periodo periparto se empleó la prueba de U-Mann-Whitney.¹⁰²

2.6 Recolección de pastura para la obtención de larvas 3 (L₃) de nematodos gastrointestinales (NGI) de ovinos

2.6.1 Técnica

Se tomaron aproximadamente 300 g de pasto de cinco puntos equidistantes (transectos) de la pradera que estaba en pastoreo y de la pradera próxima a recibir a los animales (que tuvo de 30 a 40 días aproximadamente de descanso). Las muestras de pasto se colocaron en una manta la cual se sumergió en una cubeta con aproximadamente 10 litros de agua. Se dejó reposar durante 24 horas, se decantó y se colectó el sedimento.

Se realizó la observación microscópica y la identificación taxonómica.^{21,24, 97} Se cuantificó la cantidad de L₃ de géneros de NGI durante cada muestreo y se determinó la variación estacional.

2.6.2 Interpretación de resultados

Identificación de géneros de nematodos gastrointestinales (NGI) a través de larvas 3 (L₃) recolectadas de las praderas

Se realizó el conteo de larvas infectivas (L₃) en el pasto, para ello, se obtuvo el número de larvas por kg de pasto (larvas/kg)¹⁰³ y se calculó el porcentaje de géneros mensualmente.

Relación de la cantidad de larvas 3 (L₃) recolectadas de las praderas con la temperatura y precipitación pluvial

Se compararon la temperatura y la humedad relativa registrada a un metro de altura “a” y a nivel de suelo “b” y se relacionó la cantidad de L₃ con estos factores para determinar si en la supervivencia de las L₃.

Cantidad de larvas 3 (L₃) recolectadas de las praderas en pastoreo y praderas en descanso

Se hizo la comparación entre la cantidad de L₃ recolectadas de las praderas que estaban en pastoreo “A” y de las que tenían descanso “B”, también se comparó la cantidad de L₃ de ambas praderas con la temperatura y humedad relativa promedios registradas en dos

niveles para determinar si estos factores influyeron en la sobrevivencia de las formas de vida libre.

Se hizo la comparación entre la intensidad media en la eliminación de huevos en heces de ovejas y la cantidad de L₃ de la pastura para identificar relación entre éstas.

2.6.3 Análisis estadístico

Cantidad de géneros de nematodos gastrointestinales (NGI) a través de larvas 3 (L₃) en praderas

La cantidad de L₃ (número de larvas (NL)) recolectadas por pradera fue transformada logarítmicamente ($\log NL + 1$) y se hicieron comparaciones múltiples para verificar diferencia estadística de la cantidad larvaria entre meses.

Se aplicó la prueba de Wilcoxon para comparar la temperatura y humedad relativa registradas a un metro de altura del suelo "a" y a nivel del suelo "b" para demostrar su similitud o diferencia.¹⁰¹ Se obtuvo el coeficiente de correlación de Spearman, entre la cantidad de larvas y la temperatura y entre la cantidad de larvas y la humedad relativa registradas los días del muestreo.¹⁰²

Se realizó la transformación logarítmica ($\log NL + 1$), sin embargo, no hubo normalidad ni homogeneidad de varianzas, por lo cual se empleó la prueba de U-Mann-Whitney para determinar la diferencia estadística de la cantidad de L₃ mes por mes, se compararon la temperatura y humedad relativa a nivel de suelo (b) entre las praderas en pastoreo contra las que estuvieron en descanso.¹⁰²

Se obtuvo el coeficiente de correlación de Spearman¹⁰² entre la intensidad media en la eliminación de huevos en heces de ovejas y la cantidad de L₃ de la pastura.

Cuando se realizó la prueba de U-Mann-Whitney se empleó el método de muestreo de Monte Carlo que considera los efectos del azar y permite estimar la significancia de las mismas pruebas.⁸

3. RESULTADOS

3.1 Frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de NGI en ovejas

La frecuencia anual de muestras positivas a huevos de NGI en ovejas de la raza Dorset fue de 46.9%. En el primer muestreo la frecuencia fue de 56%, en los siguientes muestreos se obtuvo del 0% en julio de 2004 al 90% en mayo de 2005. Para las ovejas de raza Suffolk la frecuencia anual fue de 55.7%, la inicial fue de 76% y cambió del 11.7% en el mes de julio hasta 87.5% en septiembre de 2004. No se identificó diferencia estadística de la frecuencia entre razas ($P>0.1$) (Cuadro 1, Figura 1).

La intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces para ovejas de raza Dorset fue de 954.7 ± 177.5 . La intensidad media inicial en mayo de 2004 fue de 1132.1 ± 634.7 , en julio se obtuvieron 0 hpgh y en abril de 2005 fueron 2450 ± 1137.1 hpgh. Para las ovejas de la raza Suffolk la intensidad media anual promedio fue de 2840.2 ± 540.5 , del primer mes fue de 1202.6 ± 435.7 , posteriormente, la intensidad media en julio de 2004 fue de 50 ± 0 hpgh, en tanto que en abril de 2005 se alcanzaron 12684.6 ± 4064.2 hpgh. Los hpgh fueron diferentes estadísticamente ($P<0.1$) entre mayo, junio, agosto, septiembre y octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero y entre marzo y abril. Por el contrario, no hubo diferencia estadística en los hpgh ($P>0.1$) entre octubre y noviembre, febrero y marzo y abril y mayo.

Los hpgh fueron superiores en las ovejas de la raza Suffolk en comparación con las ovejas de raza Dorset en septiembre, octubre, febrero, marzo y abril con diferencia significativa ($P<0.1$) (Figura 2). La edad entre ovejas no fue un factor determinante en la eliminación de huevos ya que no hubo diferencia estadística ($P>0.1$) de hpgh entre los diferentes grupos de edades (3 a 7 años).

La carga parasitaria en las ovejas Suffolk fue baja (50 y 500 hpgh) en la mayoría de los muestreos, excepto en abril y mayo de 2005 en los cuales el 76.9 y 42.8% respectivamente de las ovejas resultaron con más de 2000 hpgh. En la raza Dorset la situación fue similar, en casi todos los meses el porcentaje de ovejas con carga parasitaria menor de 500 hpgh fue igual o mayor al 50% excepto en abril, cuyo porcentaje

fue 46.1% y la carga parasitaria mayor a 2000 hpgh fue del 30.8%; en mayo de 2005, las tres categorías (baja, media y alta) obtuvieron el 33.3% respectivamente (Cuadro 2).

Relación entre temperatura y precipitación pluvial con la frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales en ovejas

La temperatura promedio mensual mínima fue de 10.9°C (enero) y la máxima de 15.9°C (abril). El coeficiente de correlación entre la frecuencia de NGI con la temperatura mensual promedio fue de $r=-0.26$ con la raza Dorset y $r=-0.34$ para la raza Suffolk. La correlación entre la temperatura mensual promedio y la intensidad media en la eliminación de huevos de ovejas de razas Dorset fue de $r=-0.18$ y para las de raza Suffolk fue de $r=-0.08$ (Figuras 3 y 4).

La temporada de lluvias empezó en mayo, a partir de este mes hasta septiembre se registraron 1310 mm (95% de 1376 mm) de precipitación pluvial anual. A partir de agosto aumentaron en forma gradual la frecuencia y la intensidad media en la eliminación de huevos de tal forma que en septiembre se obtuvieron en promedio 646.6 hpgh en la raza Dorset y 740.5 en la raza Suffolk, posteriormente disminuyó la eliminación de huevos. De enero a abril se incrementó la intensidad media en la eliminación de huevos y la precipitación pluvial fue cercana a cero excepto en marzo, que se registraron 22 mm de lluvia. La correlación de la precipitación pluvial con la frecuencia de NGI en ovejas de la raza Dorset fue de $r=-0.44$ y para la raza Suffolk $r=-0.33$. La correlación de la intensidad media en la eliminación de huevos de la raza Dorset fue de $r=-0.44$ y para la raza Suffolk $r=-0.39$ (Figuras 5 y 6).

Cuadro 1. Frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas de raza Dorset y Suffolk del CEIEPO en el periodo mayo de 2004 a mayo de 2005.

		2004								2005					Promedio
		M	J Tx*	J	A	S Tx**	O	N	D	E	F Tx*	M	A	M	
D O R S E T	n	25	24	24	22	22	18	25	24	22	22	20	19	20	22.1
	Muestras Positivas	14	9	0	4	15	4	12	3	14	15	10	15	18	10.2
	Frecuencia %	56	37.5	0	13.6	68.2	22.2	48	12.5	63.6	68.8	50	78.9	90	46.9
	Intensidad media	1132.1 ^a ± 634.7	322.2 ^a ± 156.4	0 ^a ± 0	62.5 ^a ± 7.2	646.6 ^a ± 280.9	212.5 ^a ± 94.3	445.8 ^a ± 231.9	316.7 ^a ± 67.9	733.9 ^a ± 346.6	683.3 ^a ± 324.9	470 ^a ± 141.4	2450 ^a ± 1137.1	1663.9 ^a ± 486.7	954.7 ± 177.5
	Rango de hpgh	50-9250	50-1500	0	50-75	50-4250	50-400	50-2800	250-450	25-4500	50-4750	100-1500	50-13100	50-8500	
S U F F O L K	n	25	22	17	20	24	24	25	23	22	24	20	15	18	21.5
	Muestras Positivas	19	13	2	3	21	11	10	6	11	19	14	13	14	12
	Frecuencia %	76	59.1	11.7	15	87.5	45.8	40	26.1	50	79.2	70	86.7	77.4	55.7
	Intensidad media	1202.6 ^a ± 435.7	692.3 ^a ± 342.1	375 ^a ± 275.8	50 ^a ± 0	740.5 ^b ± 194.9	509.1 ^b ± 178	525 ^a ± 218.1	316 ^a ± 101.3	2045.5 ^a ± 675.8	2994.7 ^b ± 1322.7	2575 ^b ± 638.6	12684.6 ^b ± 4064.2	7632.1 ^a ± 3194.2	2840.2 ± 540.5
	Rango de hpgh	50-7450	50-3800	100-650	50-50	50-3100	50-1450	50-2300	50-600	50-5900	50-24500	50-6500	50-37500	50-42500	

*Ivermectina, **Albendazol

Literales distintas en columnas indican diferencia estadística (P<0.1).

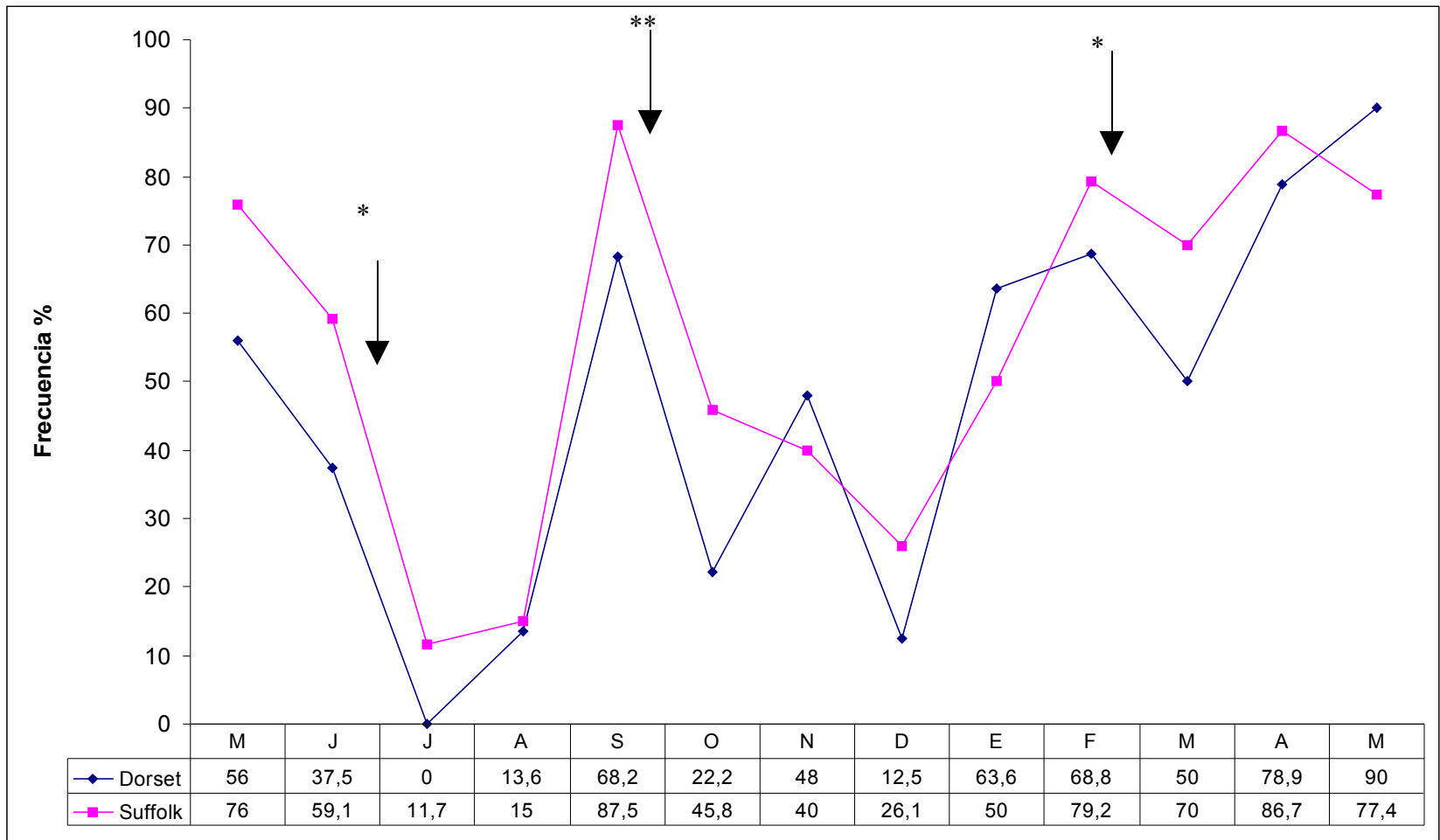


Figura 1. Frecuencia de huevos de nematodos gastrointestinales de ovejas de las razas Dorset y Suffolk del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005). Las flechas indican administración de tratamiento. *Ivermectina, **Albendazol. No hubo diferencia estadística en la frecuencia mensual entre razas ($P>0.1$).

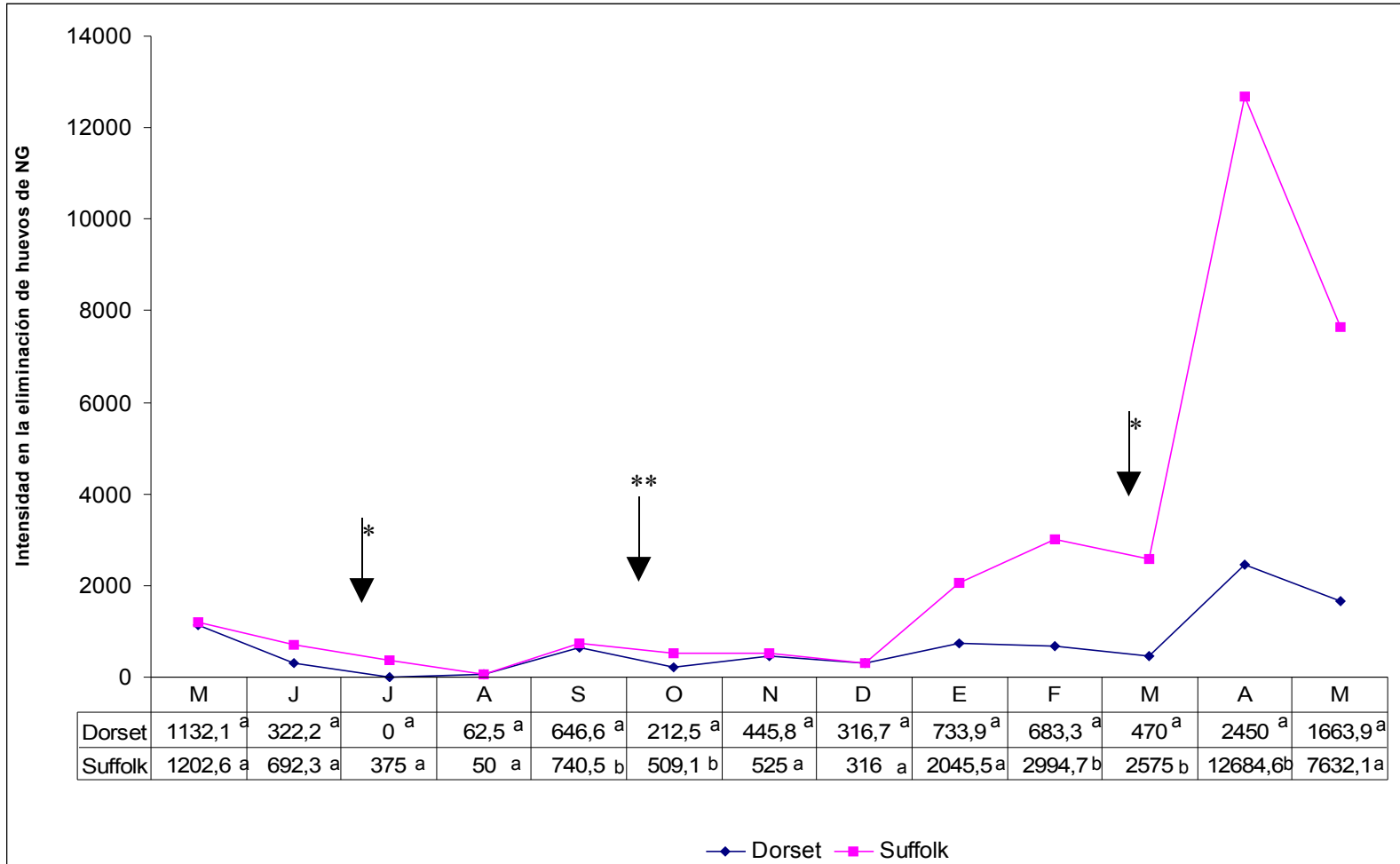


Figura 2. Intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales en heces de ovejas de las razas Dorset y Suffolk del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005). Las flechas indican administración de tratamiento. *Ivermectina, **Albendazol. Literales distintas en columnas indican diferencia significativa (P<0.1).

Cuadro 2. Porcentaje de ovejas con carga parasitaria baja, moderada y alta de nematodos gastrointestinales de ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005).

		Dorset			Suffolk		
		bajo (50-500) %	moderado (550-2000) %	alto (+2050) %	bajo (50-500) %	moderado (550-2000) %	alto (+2050) %
2004	mayo	60	33.3	6.7	47.4	36.8	15.78
	junio	88.9	11.1	0	78.6	7.1	14.3
	julio	0	0	0	50	50	0
	agosto	100	0	0	100	0	0
	septiembre	70.6	23.5	5.9	63.7	22.7	13.6
	octubre	100	0	0	66.7	33.3	0
	noviembre	81.8	9.1	9.1	80	10	10
	diciembre	100	0	0	66.7	33.3	0
2005	enero	78.6	7.1	14.3	36.4	27.2	36.4
	febrero	73.4	13.3	13.3	36.8	36.8	26.4
	marzo	70	30	0	35.7	14.3	50
	abril	46.1	23.1	30.8	15.4	7.7	76.9
	mayo	33.3	33.33	33.3	35.8	21.4	42.8

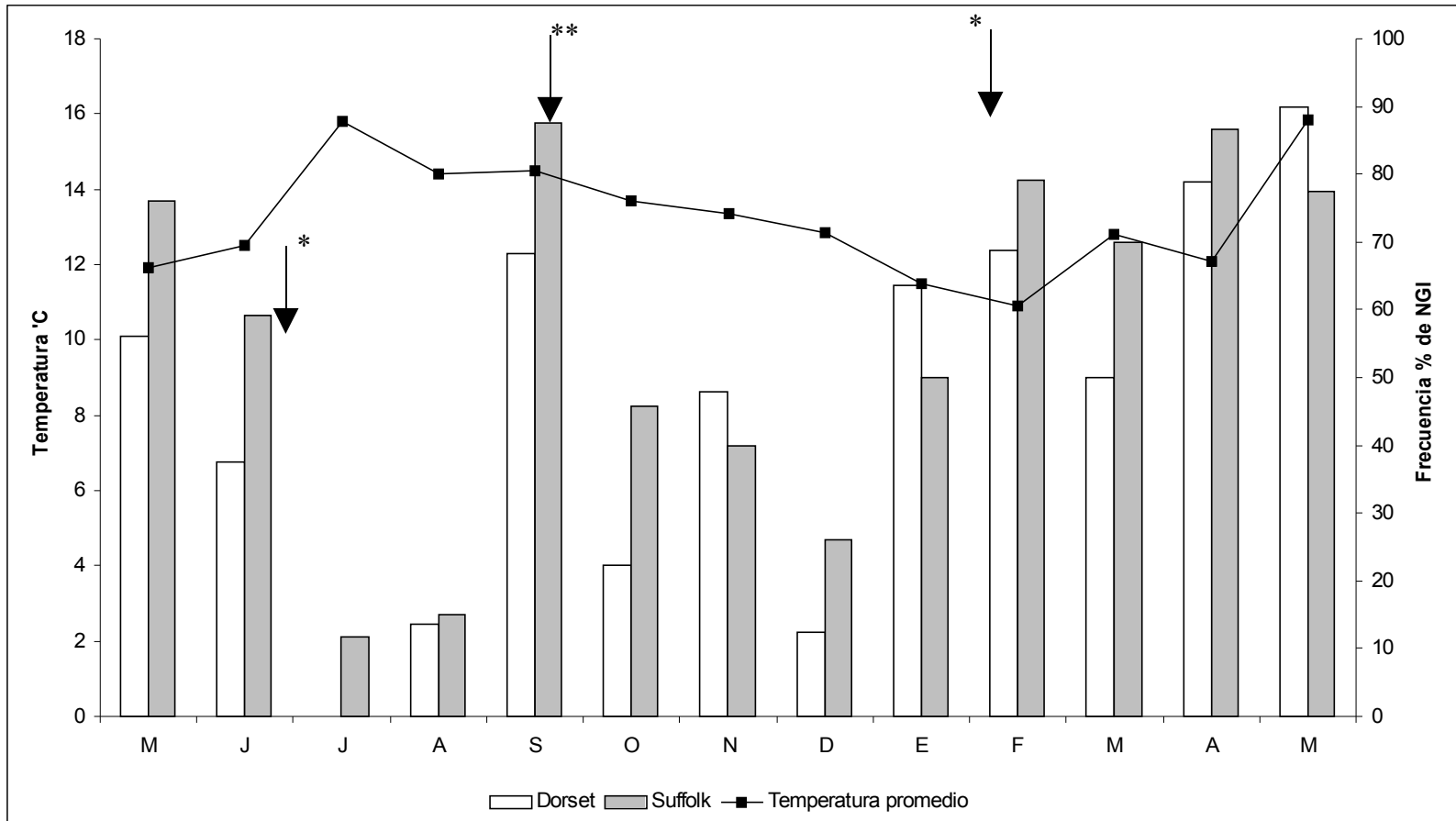


Figura 3. Relación entre temperatura ambiental mensual promedio y frecuencia de muestras de heces positivas a huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005). Las flechas indican administración de tratamiento. *Ivermectina, **Albendazol.

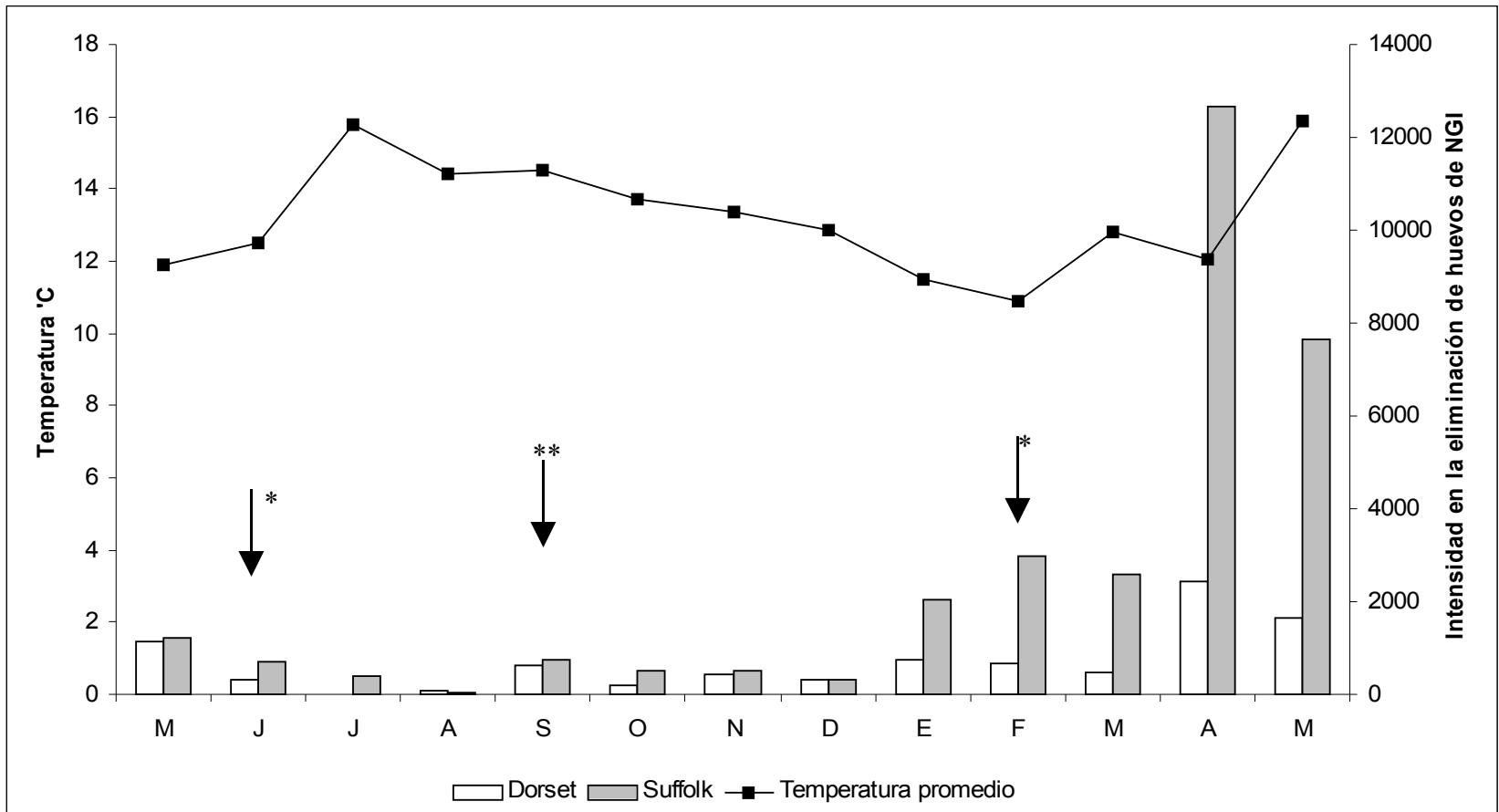


Figura 4. Relación entre temperatura ambiental mensual promedio e intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005). Las flechas indican administración de tratamiento. *Ivermectina, **Albendazol.

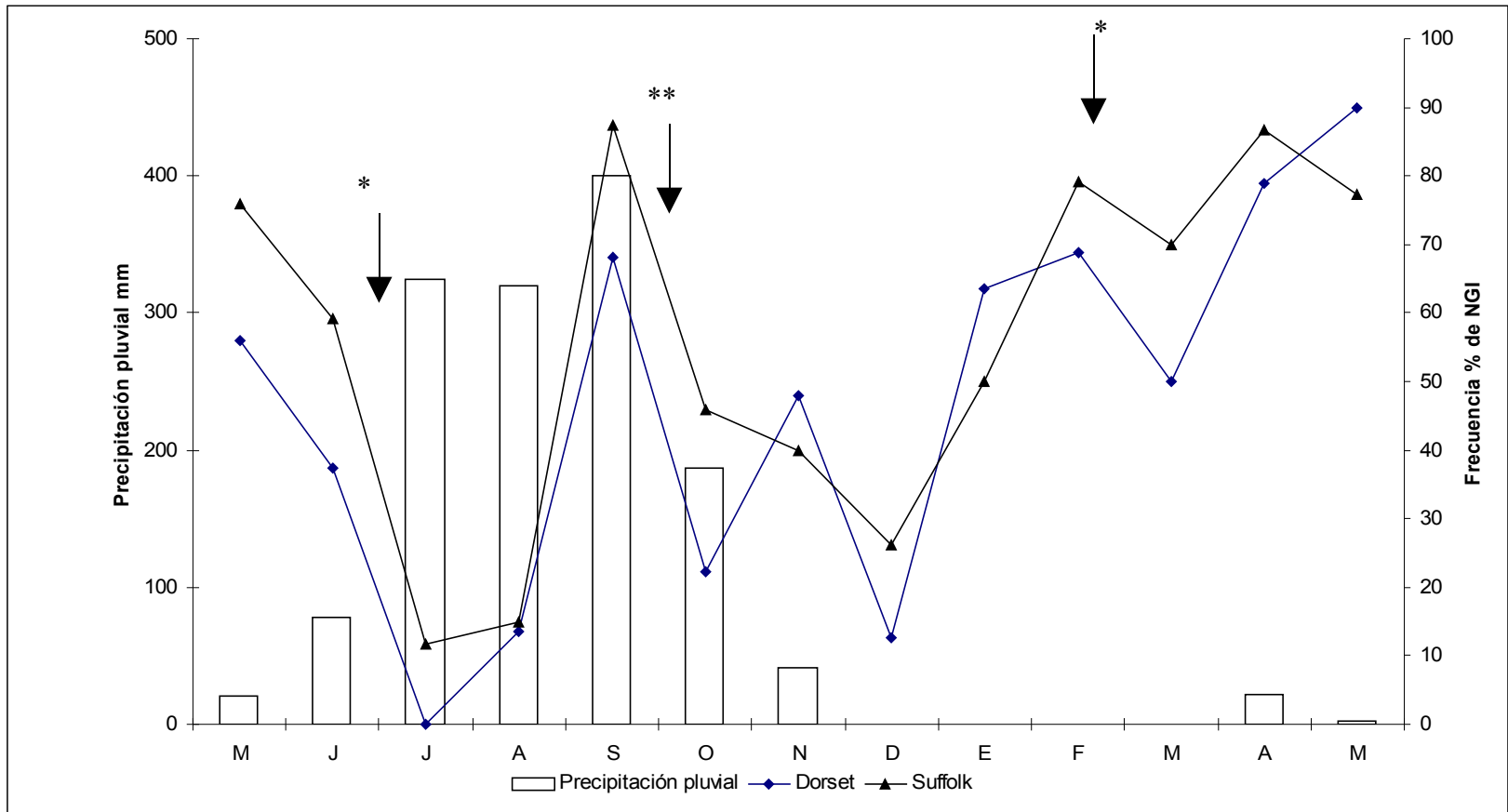


Figura 5. Relación entre precipitación pluvial y frecuencia de muestras de heces positivas a huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005). Las flechas indican administración de tratamiento. *Ivermectina, **Albendazol.

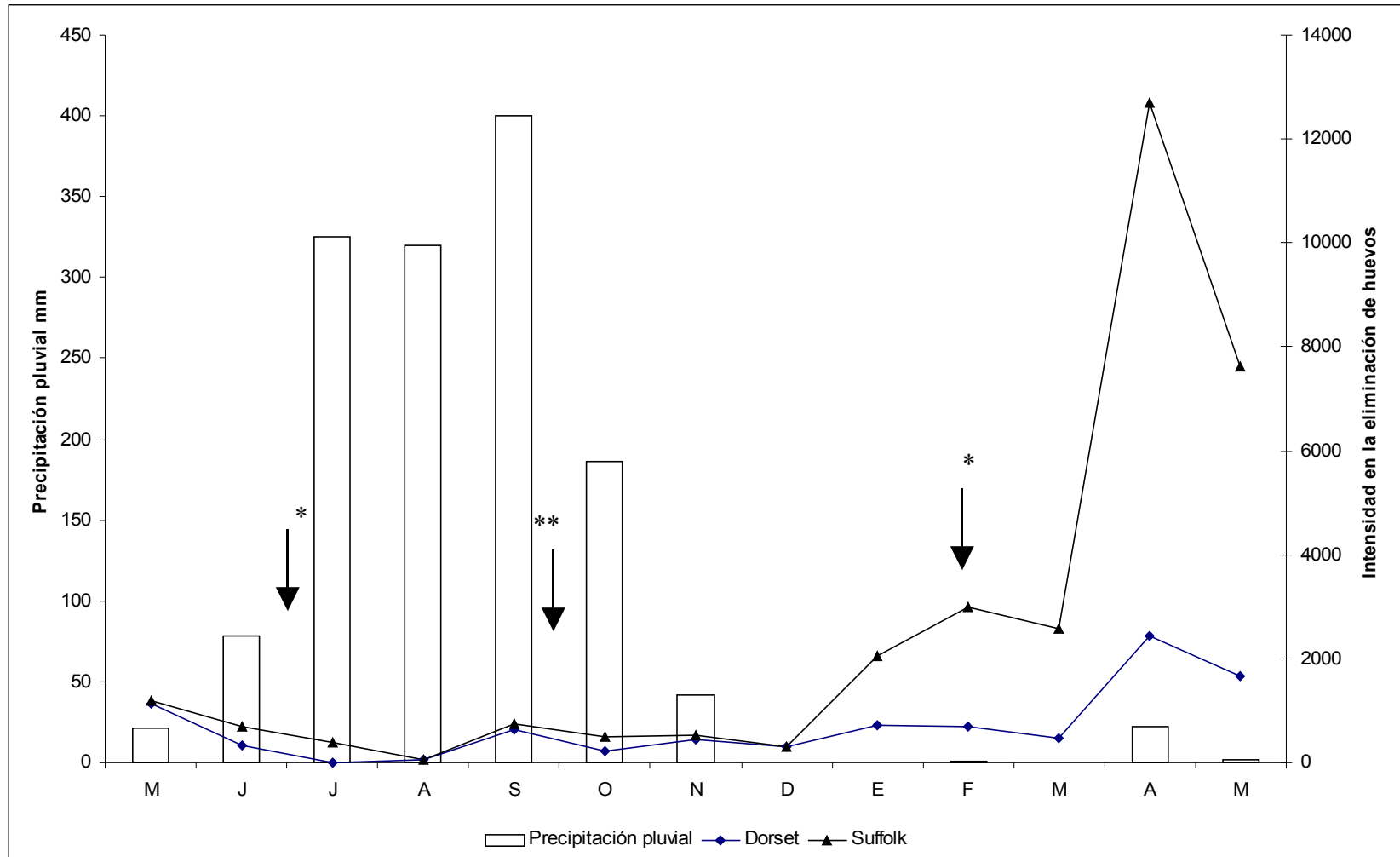


Figura 6. Relación entre precipitación pluvial e intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005). Las flechas indican administración de tratamiento. *Ivermectina, **Albendazol.

Incremento de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales durante el periodo periparto

El efecto del periodo periparto sobre la intensidad media en la eliminación de huevos se hizo evidente al comparar a ovejas que no tuvieron cría contra las que si la tuvieron. La intensidad media de eliminación de huevos en ovejas Dorset que no tuvieron cría fue de 1400.3 ± 312 hpgh contra 1625 ± 563.5 hpgh de ovejas Suffolk de la misma condición, hubo diferencia en el hpgh, pero no fue significativa estadísticamente ($P > 0.1$).

Las hembras gestantes y paridas de la raza Dorset eliminaron en promedio de 435.7 a 2,750 hpgh y las ovejas de la raza Suffolk en la misma condición tuvieron una intensidad media en la eliminación de 1794.4 hasta 16,415 hpgh. Lo anterior se reflejó con una diferencia significativa ($P < 0.1$) en febrero, marzo, abril y mayo de 2005.

La intensidad media en la eliminación de hpgh entre las hembras Dorset no gestantes y por lo tanto no paridas fue de 550 ± 897.8 en marzo a 2391.7 ± 2188 en abril y las ovejas gestantes y paridas tuvieron una intensidad media de eliminación de huevos de 435.7 ± 183.2 a 2750 ± 1528.9 , la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P > 0.1$). En la raza Suffolk, las hembras no gestantes tuvieron una intensidad media de 250 ± 178.9 en abril a 3175 ± 1532.1 en enero y las ovejas que tuvieron cría eliminaron un promedio de 1794.4 ± 772.8 hpgh también en enero, hasta $16,415 \pm 4436.8$ hpgh en abril, la intensidad media en la eliminación de huevos fue diferente estadísticamente ($P < 0.1$) en febrero, marzo, abril y mayo de 2005 (Figura 7).

Evaluación de Efecto Extensión (EE) y el Efecto Intensidad (EI) del tratamiento antihelmíntico entre razas

El Efecto Extensión (EE) de los tratamientos antihelmínticos para la raza Dorset fue del 100%, 67.4% y del 27.7% y el Efecto Intensidad fue del 100%, 89.3% y 52% respectivamente. En las ovejas de la raza Suffolk las mediciones del Efecto Extensión fueron 82%, 48% y 11.6%, en tanto que el Efecto Intensidad fue del 88.5%, 65.5% y 24% respectivamente (Cuadro 3).

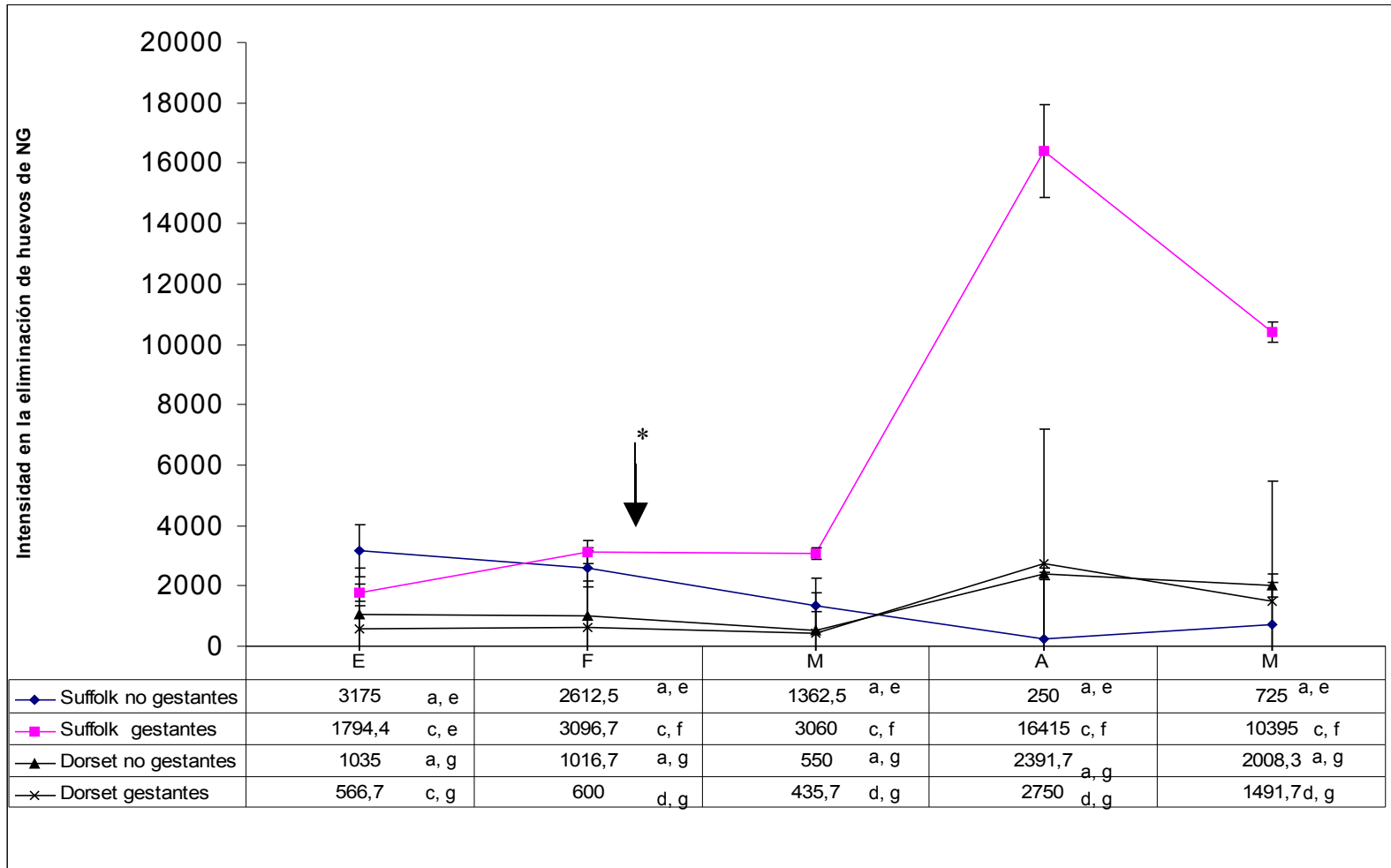


Figura 7. Comparación en la intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas de las razas Dorset y Suffolk del CEIEPO con y sin periodo periparto. El parto ocurrió entre la última semana de enero ya las dos primeras semanas de febrero de 2005. La flecha indica tratamiento antihelmíntico * Ivermectina. Literales diferentes indican diferencia estadística ($P < 0.1$) entre Suffolk no gestantes contra Dorset no gestantes: a, b; Suffolk gestantes contra Dorset gestantes: c, d; Suffolk no gestantes contra Suffolk gestantes: e, f; Dorset no gestantes contra Dorset gestantes: g, h

Cuadro 3. Efecto Extensión (EE) y Efecto Intensidad (EI), de tres tratamientos antihelmínticos contra nematodos gastrointestinales en ovejas Dorset y Suffolk.

	Raza	julio* %	octubre** %	marzo* %
Efecto Extensión (EE)	Dorset	100	67.4	27.7
	Suffolk	82	48	11.6
Efecto Intensidad (EI)	Dorset	100	89.3	52
	Suffolk	88.5	65.5	24

* Ivermectina ** Albendazol

Evaluación del Efecto Intensidad del tratamiento antihelmíntico durante el periodo periparto

Se midió el Efecto Intensidad del tercer tratamiento administrado el 8 de febrero de 2005, que consistió en ivermectina (Ivomec), el resultado en ovejas Dorset no gestantes fue del 38.2% y de las que tuvieron cría fue de 57.6%. Las ovejas Suffolk que no tuvieron cría obtuvieron un Efecto Intensidad del 41.4%, contra el 17.6% de las que si tuvieron cría.

Identificación de géneros de nematodos gastrointestinales mediante coprocultivos

Se recolectaron y clasificaron 506 L₃ de los coprocultivos, los géneros fueron *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Teladorsagia*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum* y *Cooperia*. Las L₃ fueron recolectadas durante mayo (36), agosto (37) y septiembre (161) de 2004, enero (7), marzo (25), abril (125) y mayo (118) de 2005. En junio, julio, octubre, noviembre, diciembre y febrero la cantidad recolectada fue de cero.

Se recolectó una cantidad de 133 L₃ del cultivo elaborado con heces de ovejas de la raza Dorset y 376 de L₃ procedentes de coprocultivos de ovejas Suffolk. Los géneros identificados para la raza Dorset fueron *Haemonchus*, con un porcentaje de 60.9% (81 L₃), en mayo, agosto, septiembre de 2004, marzo y mayo de 2005. *Trichostrongylus* tuvo un 28.6% (38 L₃) en agosto y septiembre de 2004, marzo, abril y mayo de 2005, *Teladorsagia* tuvo porcentaje de 8.3% (11 L₃), se identificó en mayo y agosto del 2004 y mayo del 2005, se obtuvo *Bunostomum* con un porcentaje de 1.5% (2 L₃) en agosto de 2004 y marzo de 2005 y *Cooperia* solo se registró en marzo con un porcentaje de 0.75% (1 L₃) (Figura 8).

En los coprocultivos de ovejas de raza Suffolk se identificó *Haemonchus* con 72.3% (272 L₃) en mayo y septiembre de 2004, enero, marzo, abril y mayo de 2005. *Trichostrongylus* con 17% (64 L₃) fue registrado en agosto y septiembre de 2004, enero, abril y mayo de 2005. El género *Teladorsagia* representó el 5.8% (22 L₃), solo fue registrado en mayo. El género *Oesophagostomum* tuvo un porcentaje de 4.5 (17 L₃), identificado en agosto de 2004 y mayo de 2005 y *Cooperia* obtuvo el 0.3% (1 L₃) registrado en abril de 2005 (Figura 9).

El género *Haemonchus* se recolectó en mayo, agosto, septiembre, enero, marzo, abril y mayo, en tanto que *Trichostrongylus* se recolectó en agosto, septiembre, enero, marzo, abril y mayo. El género *Teladorsagia* se recolectó en mayo y agosto de 2004 y mayo de 2005, *Bunostomum* se registró en agosto y marzo, *Cooperia* se encontró en marzo y abril y *Oesophagostomum* solo fue recolectado en septiembre (Figura 10), también se identificaron huevos del género *Nematodirus* pero no fue posible obtener las larvas 3.

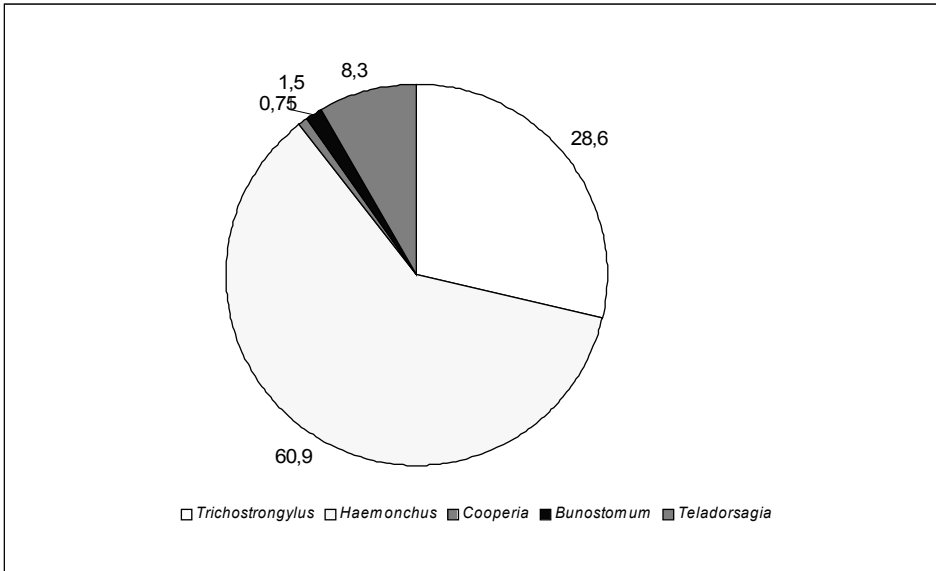


Figura 8. Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales por medio de larvas 3, en ovejas de raza Dorset (mayo de 2004 a mayo de 2005).

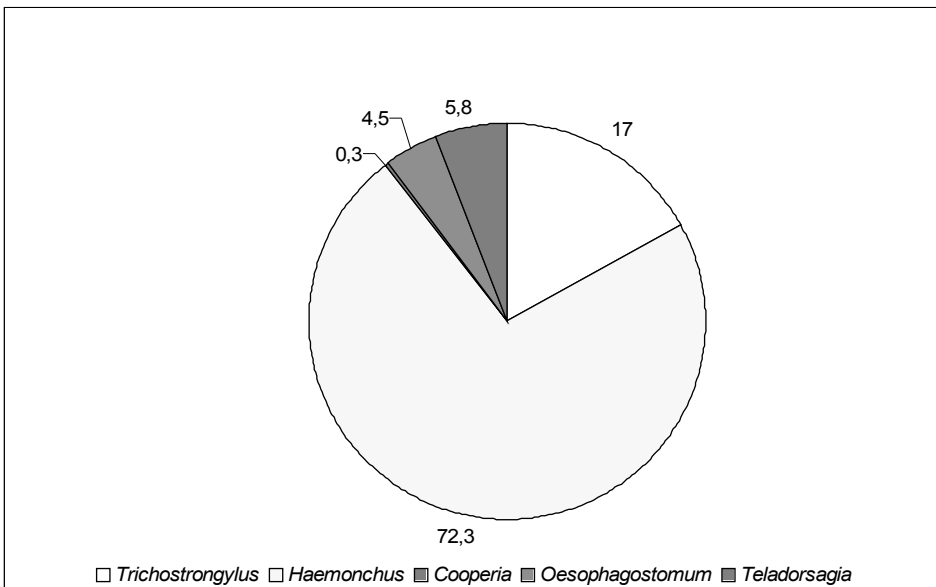


Figura 9. Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales por medio de larvas 3 en ovejas de raza Suffolk (mayo de 2004 a mayo de 2005).

Cuadro 4. Porcentaje mensual de géneros de nematodos gastrointestinales identificados a través de L₃ recolectadas en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005).

Mes	<i>Trichostrongylus</i>		<i>Haemonchus</i>		<i>Cooperia</i>		<i>Oesophagostomum</i>		<i>Bunostomum</i>		<i>Teladorsagia</i>	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Mayo			33	91.7							3	8.3
Agosto	16	43.25	16	43.25					1	2.7	4	10.8
Septiembre	50	31.05	95	59			16	9.95				
Enero	2	28.6	5	71.4								
Marzo	1	4	22	88	1	4			1	4		
Abril	9	7.2	115	92	1	0.8						
Mayo	24	20.4	67	56.8			1	0.8			26	22
Total	102		353		2		17		2		33	

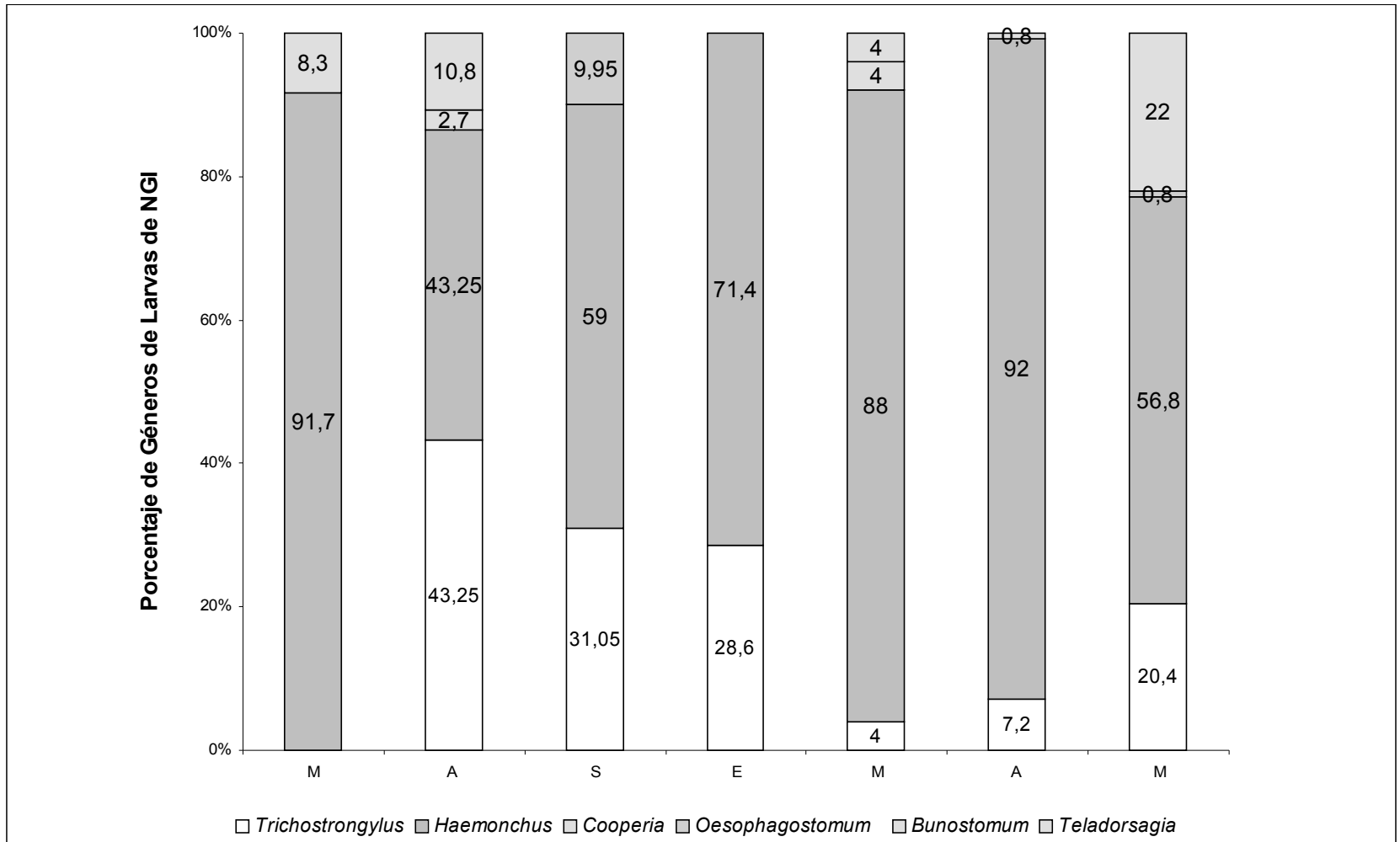


Figura 10. Porcentaje mensual de géneros de nematodos gastrointestinales en ovejas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005).

3.2 Presencia de géneros de larvas 3 de nematodos gastrointestinales en praderas del CEIEPO en los diferentes meses

Se recolectaron 375 L₃ de las praderas con un promedio de 20.8 L₃ por kg de pasto. En diciembre se recolectó un mínimo de 5 L₃ y en septiembre un máximo de 75 L₃. Al realizar la comparación múltiple se demostró que hubo diferencia estadística ($P < 0.05$) en la cantidad de L₃ en los muestreos de septiembre con respecto a diciembre, enero, febrero y abril; también diciembre fue diferente ($P \leq 0.1$) de marzo y mayo del 2005, además de que el muestreo de enero difirió estadísticamente del realizado en marzo y éste fue distinto de abril.

Los géneros registrados fueron: *Trichostrongylus* 64.3% (241 L₃), *Haemonchus* 14.7% (55 L₃), *Cooperia* 2.4% (9 L₃), *Bunostomum* 17.8% (67 L₃), *Teladorsagia* 0.5% (2 L₃) y *Strongyloides* 0.3% (1 L₃). (Figura 11).

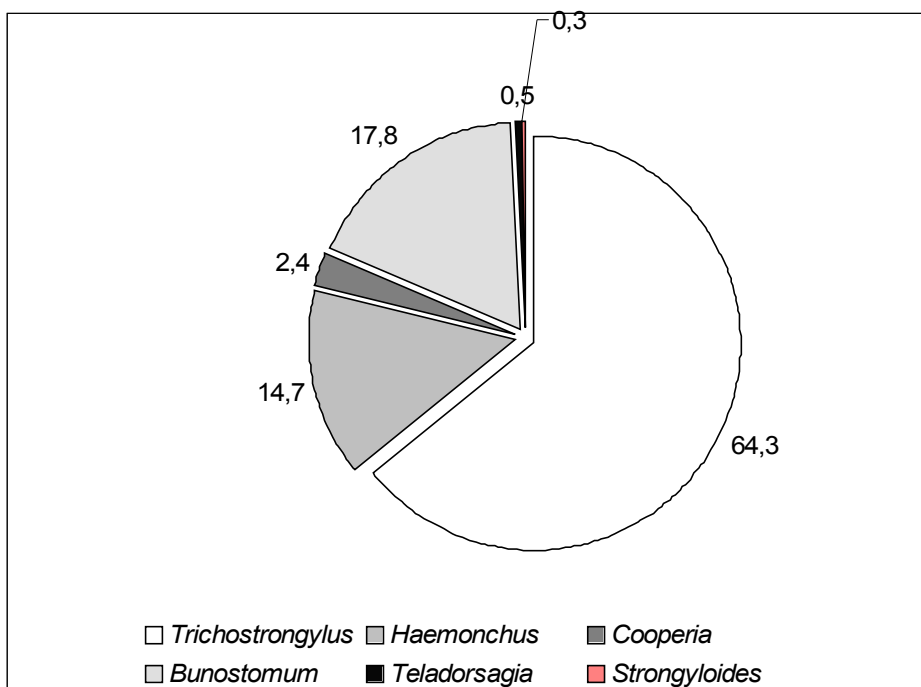


Figura 11. Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales recolectados de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005).

Relación entre factores ambientales y cantidad de larvas 3 de NGI de ovinos recolectadas de las praderas.

La temperatura registrada entre un metro de altura del suelo “a” y a nivel de éste “b” tuvo entre 0 y 2.6 °C de diferencia y fue significativa ($P < 0.1$) en agosto, octubre, febrero, marzo, abril y mayo del 2005. En cuanto a la humedad relativa hubo una diferencia de entre 0 y 6.6% en los dos niveles, lo cual fue estadísticamente significativo ($P < 0.1$) en todos los meses del estudio.

La correlación entre la cantidad de L_3 y la temperatura fue $r = -0.36$ a un metro sobre el nivel del suelo y $r = -0.39$ a nivel de éste, en tanto que la correlación con la humedad relativa registrada a un metro de altura fue $r = 0.5$ y a nivel de suelo $r = 0.46$.

En la primera parte del estudio (mayo a noviembre de 2004) se recolectaron 229 L_3 (61%), en septiembre se alcanzó la cantidad máxima de 75 L_3 y corresponde a la temporada húmeda, en la cual la temperatura mínima a nivel del suelo fue de 20°C (septiembre) y la máxima de 28.5 °C (noviembre); la humedad relativa mínima fue de 38.2% (octubre) y la máxima de 65.2% (septiembre). Al correlacionar la temperatura con la cantidad de L_3 considerando solo el periodo de mayo a noviembre, el resultado fue de $r = -0.8$ a un metro del suelo y $r = -0.9$ en el suelo. La correlación con la humedad relativa a un metro de altura fue $r = 0.86$ y a nivel del suelo fue de $r = 0.81$

La segunda parte (diciembre de 2004 a mayo de 2005) correspondió a la temporada de sequía en la cual se registraron 24.65 mm de lluvia, la cantidad de L_3 registrada fue de 146. La temperatura mínima a nivel del suelo fue de 25.2°C (enero) y la máxima de 35.4°C (abril) en tanto que la humedad relativa mínima fue de 18.1% (mayo) y la máxima de 32.5% (marzo). La correlación entre la temperatura y la cantidad de L_3 se obtuvo $r = -0.2$ a un metro sobre el suelo y $r = -0.1$ a nivel de éste. La correlación con la humedad relativa a un metro de altura fue $r = -0.3$ y a nivel del suelo hubo una $r = -0.5$ (Figuras 12 y 13).

Se recolectaron *Trichostrongylus* y *Haemonchus* en todos los muestreos, (excepto en febrero) sin embargo, *Bunostomum* se registró de mayo a noviembre de 2004 y marzo y mayo de 2005, *Cooperia* en mayo y septiembre de 2004 y febrero de 2005; así mismo

Teladorsagia en agosto y abril y *Strongyloides* solo en mayo de 2005 (Cuadro 5, Figura 14).

De mayo a noviembre del 2004 se recolectó el 58% del total de las L₃ del género *Trichostrongylus*, el 74.5% de *Haemonchus*, el 55% de *Cooperia*, el 62.7% de *Bunostomum* y el 50% de *Teladorsagia*. Por otra parte, de diciembre de 2004 a mayo de 2005 se recolectaron el 42% de *Trichostrongylus*, el 25.5% de *Haemonchus*, el 45% de *Cooperia*, el 37.3% de *Bunostomum*, 50 % de *Teladorsagia* y 100% de *Strongyloides*.

Cantidad de larvas 3 (L₃) recolectadas de las praderas en pastoreo y praderas en descanso

En las praderas en pastoreo se recolectó un total de 241 L₃ (64.3%), la cantidad mínima de L₃ recolectadas fue de 1 en abril de 2005, y la máxima fue de 61 en septiembre de 2004. De las praderas en descanso se recolectaron 134 L₃ (35.7%), el mínimo registrado fue de 1 L₃ en febrero y la cantidad máxima fue de 35 en marzo de 2005.

La cantidad de L₃ por kg de pasto, en las praderas en pastoreo tuvo un promedio de 13.4 L₃ por 1 kg y en las praderas en descanso fue de 7.5 L₃ por 1 kg. Hubo diferencia estadística ($P < 0.1$) en los muestreos de mayo, septiembre y octubre de 2004 y febrero de 2005, además se observó que la temperatura y la humedad relativa registradas a nivel del suelo fueron diferentes estadísticamente ($P < 0.1$) entre las praderas en pastoreo contra las que permanecieron en descanso, principalmente en julio y septiembre (Figura 15).

3.3 Correlación entre intensidad media en la eliminación de huevos y la cantidad de larvas 3 (L₃) recolectadas de las praderas

La cantidad de L₃ aumentó conforme se incrementó la intensidad media en la eliminación de huevos de NGI, excepto en julio y agosto, meses en los cuales la excreción de huevos fue cercana a cero, sin embargo, la cantidad de L₃ se incremento gradualmente. En octubre disminuyeron ambas situaciones y de enero a mayo de 2005 se elevaron nuevamente. El coeficiente de correlación entre la intensidad media en la eliminación de huevos y la cantidad de L₃ fue $r = -0.12$ (Figura 16).

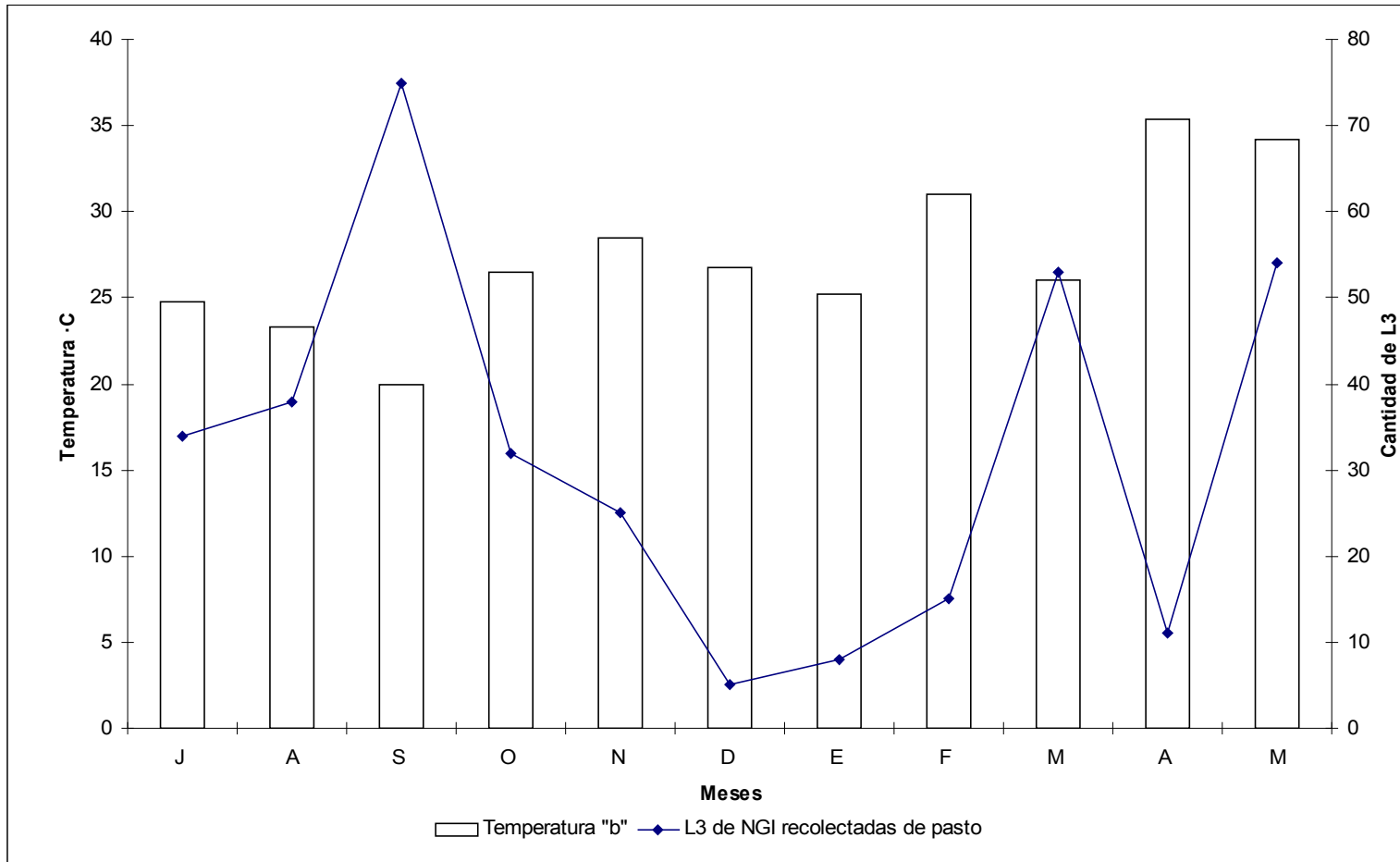


Figura 12. Relación entre temperatura "b" y cantidad de larvas 3 de nematodos gastrointestinales en ovinos recolectadas de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005). Temperatura "b": registrada a nivel de suelo.

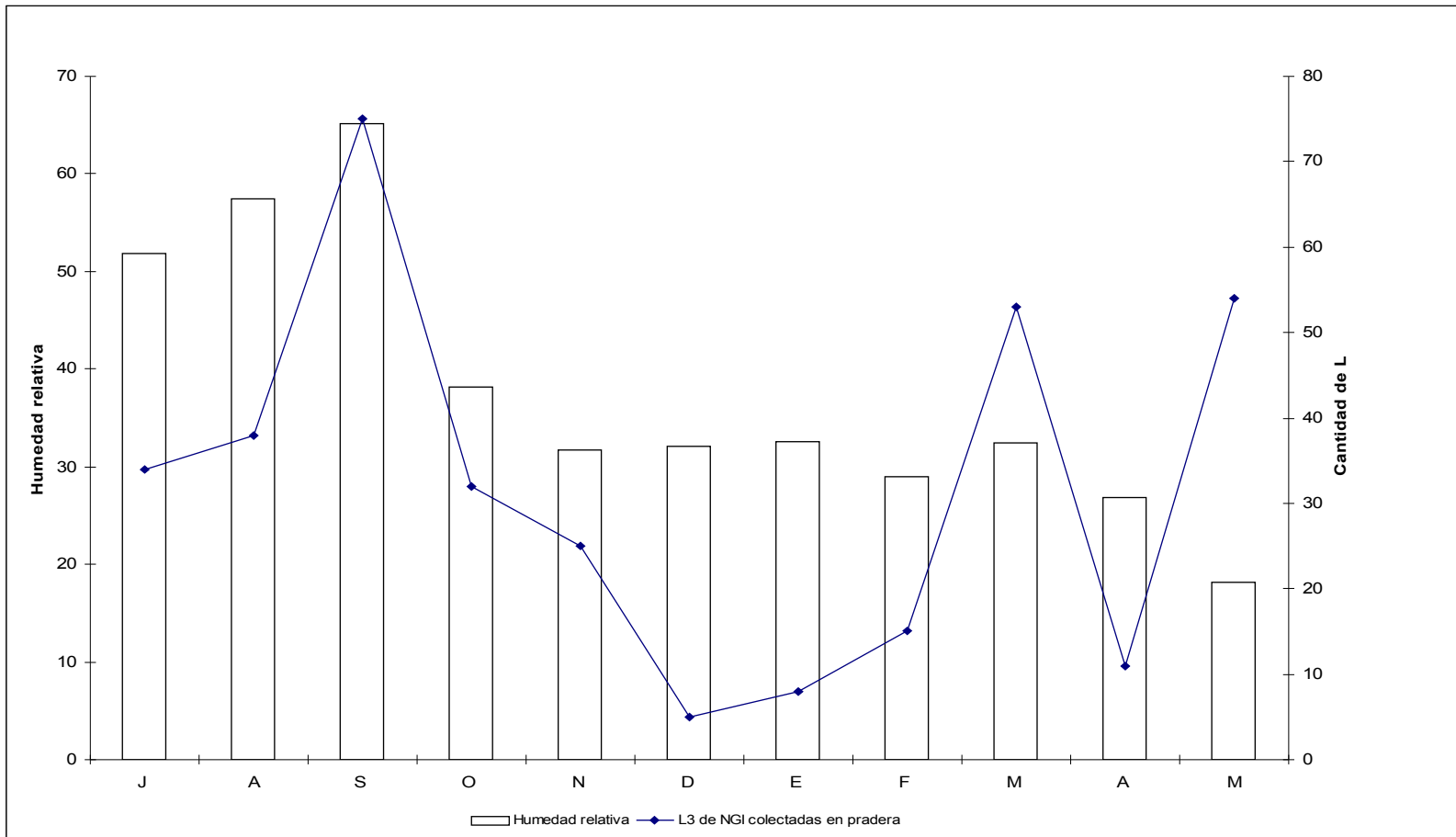


Figura 13. Relación entre humedad relativa y cantidad de larvas 3 de nematodos gastrointestinales en ovinos recolectadas de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005).

Cuadro 5. Porcentaje mensual de géneros de nematodos gastrointestinales en ovinos identificados a través de L₃ recolectadas de las praderas del CEIEPO de mayo de 2004 a mayo de 2005.

	<i>Trichostrongylu</i>		<i>Haemonchu</i>		<i>Cooperi</i>		<i>Bunostomu</i>		<i>Teladorsagi</i>		<i>Strongyloide</i>		<i>Total</i>
	s		s		a		m		a		s		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
M	16	64	3	12	2	8	4	16					25
J	25	73	7	21			2	6					34
A	20	52.6	6	15.8	1	2.6	10	16.3	1	2.6			38
S	48	64	17	22.7	2	2.7	8	10.6					75
O	17	53.1	5	15.6			10	31.3					32
N	14	56	3	12			8	32					25
D	4	80	1	20									5
E	7	87.5	1	12.5									8
F	11	73.3			4	26.7							15
M	40	75.4	5	9.4			8	15.1					53
A	8	72.7	2	18.2					1	9.1			11
M	31	57.4	5	9.2			17	31.5			1	1.8	54
	241		55		9		67		2		1		375

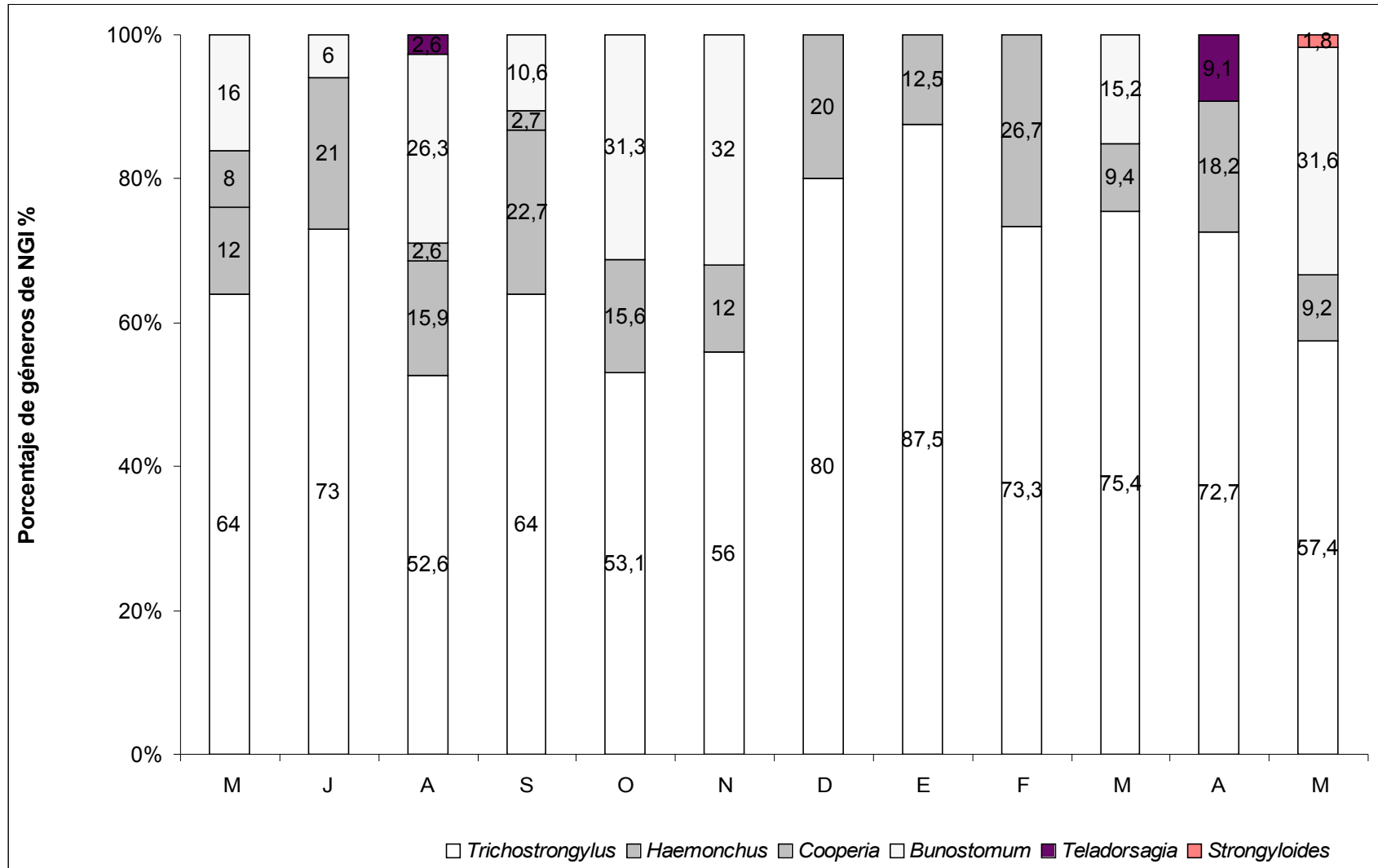


Figura 14. Porcentaje de géneros de nematodos gastrointestinales a través de larvas 3 recolectadas de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005).

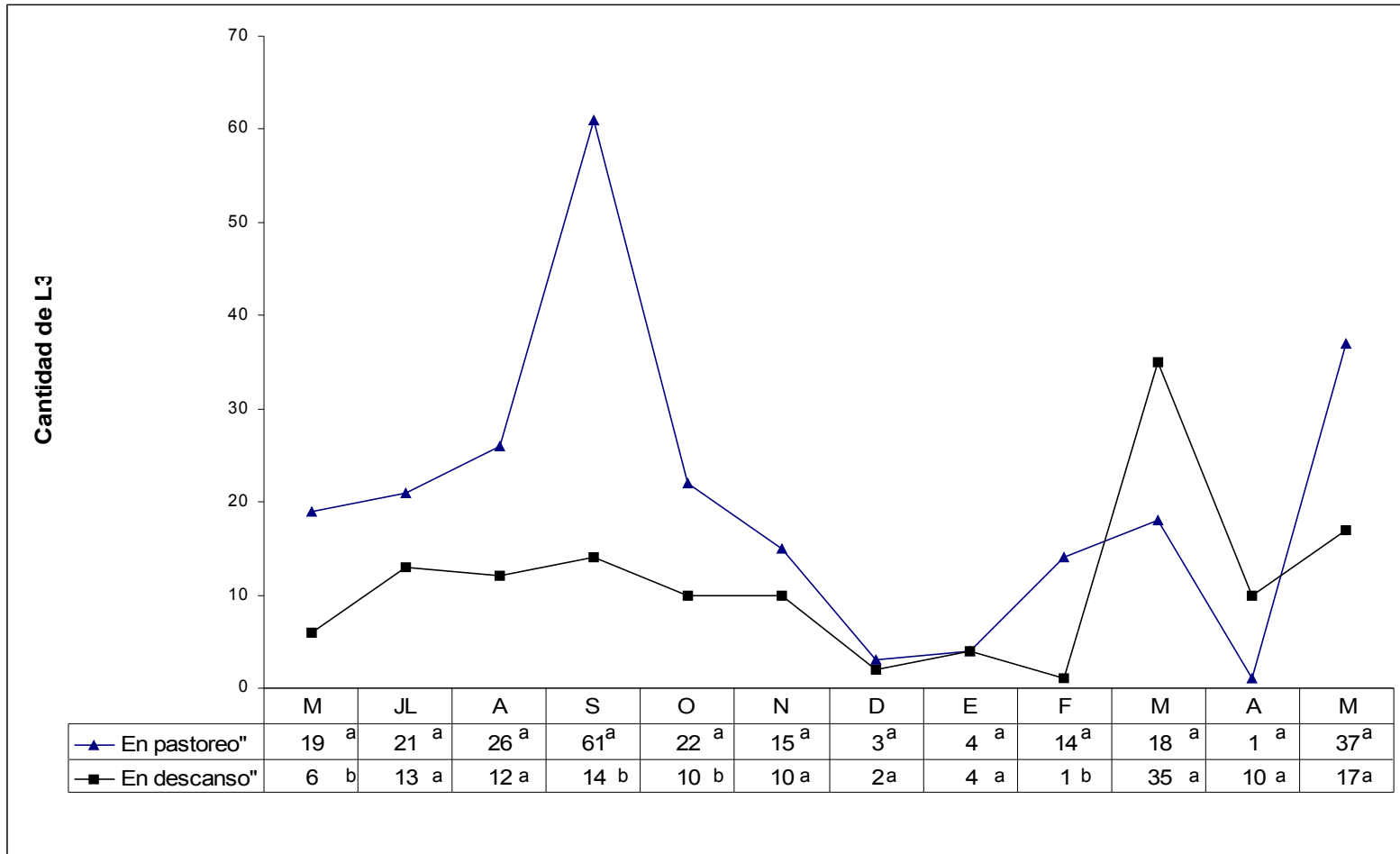


Figura 15. Cantidades de larvas 3 de nematodos gastrointestinales en ovinos recolectadas de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005). Literales distintas en columnas indican diferencia estadística (P<0.1).

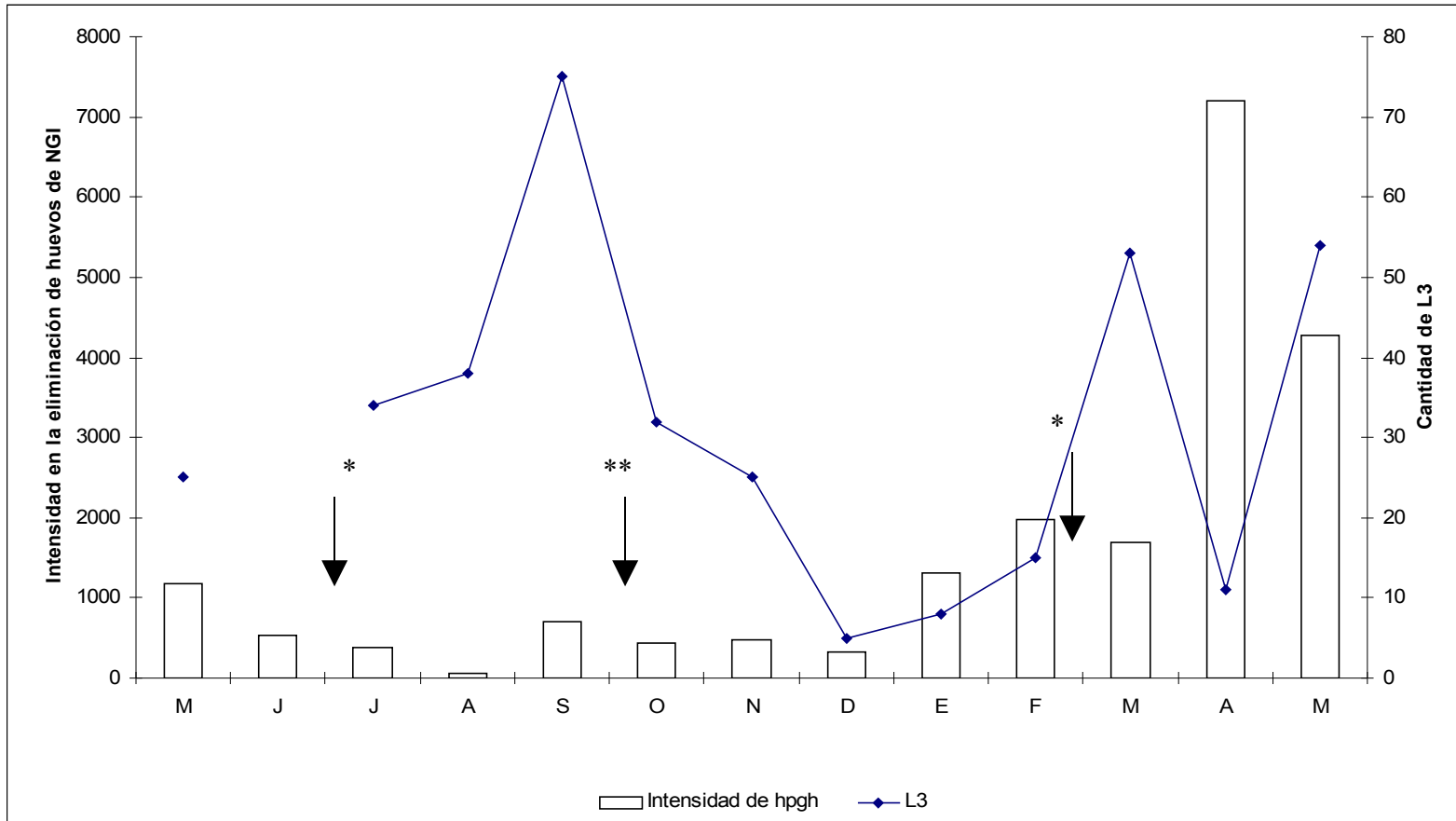


Figura 16. Relación entre la intensidad media de huevos de nematodos gastrointestinales de ovejas y larvas 3 recolectadas de las praderas del CEIEPO (mayo de 2004 a mayo de 2005). Las flechas indican aplicación de tratamiento. *Ivermectina, **Albendazol.

4. DISCUSIÓN

4.1 Frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas

No se encontró en la literatura regional un estudio de 13 meses, por lo que este estudio fue el primero de un ciclo anual en el CEIEPO. La frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos fueron variables en el transcurso del estudio, los muestreos fueron diferentes entre sí, debido a varios factores, entre ellos, se puede mencionar la influencia de las condiciones ambientales que determinaron el desarrollo o inhibición del crecimiento de la población parasitaria, a la raza, al estado fisiológico de las ovejas debido a que durante el periodo de estudio algunas ovejas tuvieron cría, a la administración de tratamiento antihelmíntico y al manejo rotacional de los ovinos en las praderas.

La frecuencia determinada de mayo de 2004 a mayo de 2005 fue del 51.3% (46.9% para ovejas de raza Dorset y 55.7% para ovejas de raza Suffolk), situación diferente a la descrita por Fattel,⁸⁴ en el mismo CEIEPO, debido a que este autor observó una frecuencia del 100% en ovejas gestantes en su mayoría de la raza Suffolk antes de la aplicación de tratamiento antihelmíntico. Por otra parte, Saldaña³⁹ registró una frecuencia de 80% en ovinos criollos de Totolapan, con la diferencia de que los animales empleados pastorearon libremente. Dichas diferencias se interpretan como las variaciones que ocurren en años diferentes y en el último caso a que son ovinos de distinta raza, sexo, edad, además de que los estudios se realizaron en lugares distintos.

Al agrupar a las ovejas por raza se observó que la frecuencia fue superior en las ovejas de raza Suffolk con respecto a las de raza Dorset, excepto en agosto y noviembre de 2004, enero y mayo de 2005.

En el periodo de febrero a mayo para la raza Suffolk se obtuvo una frecuencia de huevos de NGI de 78.7% con un mínimo de 70 y un máximo de 86.7%, al comparar estos resultados con los obtenidos por Téllez⁸² en el mismo periodo del año 1993 se observó diferencia ya que este autor registró un porcentaje del 90% con un rango de 53 a 100%, no obstante, Figueroa⁸³ también obtuvo una frecuencia del 90% pero fue para la raza Rambouillet.

La eliminación de huevos estuvo relacionada con la frecuencia ya que al aumentar ésta aumentó la excreción de huevos y cuando disminuyó la primera sucedió lo mismo con la segunda. La eliminación de huevos promedio de febrero a mayo para la raza Suffolk fue de 6471.6 hpgh (de 2575 a 12,684.6 hphg), superior a la registrada por Téllez,⁸² quién obtuvo una intensidad de 516 hpgh con un rango de 165 a 908 hpgh; con la diferencia de que este autor no menciona si en su estudio empleó ovejas gestantes, en tanto que en el presente trabajo se emplearon ovejas que tuvieron cría y que presentaron incremento en la excreción de huevos debido al periodo periparto. Méndez *et al.*,⁸¹ registraron un promedio de huevos de 58.5 hpgh con un máximo de 100 y un mínimo de 4.8, lo cual contrasta notablemente con los resultados obtenidos en este trabajo en el CEIEPO, a pesar de que ambos estudios se realizaron en Centros de Enseñanza e Investigación pertenecientes a la UNAM localizados en zonas templadas. La gran diferencia se puede interpretar por el empleo de ovinos de razas y edad distintas, ya que Méndez *et al.*,⁸¹ no mencionan ni la raza, edad ni estado fisiológico.

Aunque ambas razas son consideradas como susceptibles a infecciones por NGI, los resultados coincidieron con lo demostrado Burke y Miller⁴⁴ ya que las ovejas de la raza Suffolk fueron más susceptibles, es decir, tuvieron hpgh más elevados que las de raza Dorset al tener hpgh más elevados (aritmética y estadísticamente), en la mayoría de los muestreos.

De enero a mayo de 2005 se registraron ovejas con más de 2000 hphg por lo que tuvieron una carga parasitaria alta, lo cual discrepó con Téllez⁸² y Fattel⁸⁴ que registraron hpgh moderados, inferiores a 2000 hpgh en ovejas Suffolk en el mismo periodo, además Fattel⁸⁴ empleó ovejas gestantes. Los resultados también fueron diferentes de otros autores que obtuvieron hpgh inferiores a 1000 hpgh con ciertas diferencias, por ejemplo, Figueroa⁸³ empleó ovejas Rambouillet; Vázquez⁸⁴ trabajó con ovinos criollos en una zona tropical y Martínez *et al.*,¹⁰⁴ utilizó ovejas gestantes de la cruce Churra y Churra x Assaf en España.

En los meses iniciales (mayo y junio de 2004) hubo una tendencia de disminución de la frecuencia de ovejas que excretaron huevos de NGI, lo cual pudo deberse a la reactivación del sistema inmune de éstas que estaban en recuperación del parto ocurrido

en marzo y abril de 2004, además de que en esta época (primavera y principios de verano) como lo menciona Papadopoulos⁵ hay abundancia de alimento abundante y con ello hay una nutrición mejor. El descenso más evidente, se registró en julio por la aplicación de ivermectina, así el porcentaje de muestras positivas disminuyó hasta 0% en las ovejas de raza Dorset, ambos parámetros se incrementaron pero volvieron a descender por la administración de albendazol. La frecuencia e intensidad media en la eliminación se mantuvieron bajos en noviembre y diciembre, sin embargo, de enero a mayo volvieron a aumentar lo cual se debió a el fenómeno de elevación en la eliminación de huevos debida al periodo periparto.

Relación entre temperatura y precipitación pluvial y frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas

Los coeficientes de correlación fueron bajos y negativos, lo cual indica que conforme aumentaron la temperatura y precipitación pluvial, disminuyeron la frecuencia (porcentaje de ovejas positivas a NGI) e intensidad media en la eliminación de huevos. A pesar de que no se demostró relación clara entre ellos, debido a la administración de tratamiento antihelmíntico y por lo tanto, no se observó el comportamiento natural de la infección, la temperatura y la precipitación pluvial fueron determinantes en el desarrollo de los parásitos, como se puede visualizar en las gráficas.

La correlación entre la precipitación pluvial mensual y la frecuencia fue mayor que la correlación entre temperatura y frecuencia. La relación de la frecuencia en especial con la precipitación pluvial y consecuentemente con la humedad, se observó principalmente en la primera parte del estudio (de mayo a noviembre de 2004) ya que conforme aumentó la cantidad de lluvia, aumentó la frecuencia, por lo que los resultados aquí obtenidos concordaron con Acosta,⁷⁹ Andrade⁸⁰ y Rosas.¹⁰⁵ También coincidió con lo registrado por Vercruyse¹⁰⁶ en Senegal, Theodoropoulos *et al.*,⁹⁹ en Grecia, Ngambia *et al.*,¹⁰⁷ en Camerún, Colwell *et al.*,¹⁰⁸ en Canadá y Achi *et al.*,¹⁰⁹ en Costa de Marfil, en el Oeste de África debido a que la frecuencia se elevó durante o al final de la temporada de lluvias y disminuyó en un lapso de la temporada de sequía. Los resultados obtenidos fueron similares con los registrados por Torina *et al.*,¹¹⁰ pues la infección estuvo relacionada con

las condiciones ambientales, lo cual repercutió en la variación en la frecuencia y eliminación de hpgh.

La elevación en la frecuencia de julio a septiembre correspondientes al verano y principios de otoño, pudo ser consecuencia de la eclosión de larvas procedentes de los huevos excretados por las ovejas durante el periodo periparto (de febrero a mayo de 2004) como consecuencia del aumento de precipitación pluvial y de humedad, así, éstas fueron deglutidas con la pastura y por tanto pudieron haber reinfecciones sumadas a los parásitos ya existentes en las ovejas, que se vió reflejado en un aumento en la frecuencia y el incremento de hpgh registrada en agosto y septiembre, lo anterior concordó con Thomas y Boag.¹¹¹ Por otra parte, los resultados fueron similares a los de Getachew⁹ y Achi *et al.*,¹⁰⁹ ya que la frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos disminuyeron al empezar la época fría y de sequía (a partir de diciembre) y pudo ser consecuencia de la hipobiosis larvaria o de una baja en la fecundidad de las hembras parásitas.

La correlación entre la precipitación pluvial y la intensidad media en la eliminación de huevos fue negativa ($r = -0.44$ y $r = -0.39$), es decir, conforme aumento la cantidad de lluvia disminuyeron los hpgh y viceversa. En la primera parte del estudio se observó un pico en septiembre en la excreción de huevos que correspondió a la época más lluviosa, sin embargo, la excreción disminuyó al siguiente mes, lo cual difirió de Acosta,⁷⁵ Andrade,⁷⁶ Rosas,¹⁰² Theodoropoulos *et al.*,⁹⁹ Vercruyse,¹⁰⁶ Ngambia *et al.*,¹⁰⁷ Colwell *et al.*,¹⁰⁸ Achi *et al.*¹⁰⁹ y Torina *et al.*,¹¹⁰ pues todos ellos mencionaron que durante la época de lluvias al igual que la frecuencia, aumentó la cantidad de hpgh y en este estudio esto no se observó claramente debido a la administración de tratamiento antihelmíntico. Por otra parte, los hpgh más elevados se obtuvieron en la segunda parte del estudio (diciembre de 2004 a mayo de 2005) correspondiente a la época más seca, se interpreta que la cantidad elevada se debió al incremento en la eliminación de huevos de las hembras con periodo periparto por lo que los resultados fueron similares a los obtenidos por Martínez *et al.*¹⁰⁴

El aumento en la cantidad de huevos ocurrido en verano, de acuerdo con Crofton⁴⁰ se debió a reinfecciones adquiridas como consecuencia de un cambio en la susceptibilidad de las ovejas, además de que este incremento pudo deberse a la madurez que

alcanzaron las larvas adquiridas y las que estaban en hipobiosis. No obstante, también de acuerdo con el mismo autor, durante el transcurso del año cambió la fecundidad del parásito y por lo tanto el conteo de huevos fue diferente en todos los muestreos.

Incremento de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales durante el periodo periparto

El incremento en la excreción de huevos de NGI a partir de enero hasta abril de 2005 coincidió con el periodo periparto. El periodo periparto influyó notablemente en la excreción de huevos de NGI ya que la intensidad media en la eliminación de huevos en las ovejas gestantes fue superior que las ovejas que no tuvieron crías, además el efecto del tratamiento antihelmíntico administrado fue mayor en estas últimas. La mayoría de las ovejas parieron durante las últimas semanas de enero y a principios de febrero y el incremento máximo se presentó entre las seis y ocho semanas después y del mismo. La elevación en la eliminación de hpgh fue como menciona Clearebout *et al.*,¹¹² el resultado de la inmunosupresión y el desarrollo de las formas inmaduras que se habían mantenido en hipobiosis. Ng'ang'a *et al.*,⁵⁰ registraron esta elevación de huevos en ovejas de la craza Dorper, y los datos registrados en el CEIEPO indicaron un ligero aumento de hpgh en las ovejas de la raza Dorset que tuvieron cría, pero fue más evidente en las ovejas de raza Suffolk. Por otra parte, se confirmó el incremento en la eliminación de huevos de NGI de ovejas publicado por Chroust,³⁶ Romjali *et al.*,³⁷ Orozco y López,⁸⁵ Vázquez,⁸⁶ Escutia,⁸⁷ Alba *et al.*,⁸⁸ Farías⁸⁹ y Chartier *et al.*¹¹³

Evaluación de Efecto Extensión (EE) y el Efecto Intensidad (EI) del tratamiento antihelmíntico entre razas

La primera evaluación del tratamiento antihelmíntico se hizo después de una semana de la administración de ivermectina (Ivomec), según la clasificación de eficacia que mencionan Powers *et al.*,⁶⁷ y Wood *et al.*,⁶⁸ se clasificó como eficaz (>90%). El albendazol (Valbazen) tuvo una eficacia baja del 72.6% y la última aplicación de ivermectina (Ivomec)

tuvo una eficacia muy baja (<60%) por lo que no se manifestó diferencia entre el muestreo anterior al tratamiento y el posterior a éste, sin embargo, el efecto solo se observó en la disminución de la eliminación de huevos principalmente en la ovejas que no tuvieron cría, en tanto que en las ovejas que tuvieron cría no hubo reducción. Este fenómeno pudo deberse a que la medición se realizó tres semanas posteriores a la aplicación del tratamiento, por lo que en ese tiempo pudo haber reinfecciones y maduración de larvas que hayan sobrevivido al fármaco, pero por otra parte, también podría sospecharse de resistencia de los parásitos al antihelmíntico empleado. La eficacia baja que se registró en este estudio coincidió con Escutia⁸⁷ que obtuvo un efecto bajo o nulo en la reducción posparto al aplicar tratamiento antihelmíntico pero en ese caso se trató con oxfendazol, sin embargo, fueron diferentes de los resultados de Fattel⁸⁴ que obtuvo una eficacia del 100% en la reducción de hphg después del tratamiento (Moxidectina al 1%) aplicado a ovejas gestantes del CEIEPO. Los resultados tan contrastantes obtenidos en este trabajo indican que hay sospecha de resistencia a los antiparasitarios empleados en el Centro.

El Efecto Extensión y el Efecto Intensidad fueron superiores en la raza Dorset lo que produjo que disminuyera la eliminación de huevos, en comparación con la raza Suffolk. La explicación a este fenómeno pudo ser que como lo indicaron Burke y Miller⁴⁴ la raza Dorset es menos susceptible a los NGI que la raza Suffolk y por tanto, los fármacos administrados pudieron tener un efecto mejor.

Identificación de géneros de nematodos gastrointestinales mediante coprocultivos

En los cultivos de heces en algunos meses no se obtuvieron larvas, debido a varias causas. En julio y octubre no se produjeron larvas porque una semana anterior al muestreo se administró tratamiento antihelmíntico por lo que solo hubieron dos muestras positivas a huevos de NGI con hphg muy bajo por lo tanto tal vez los embriones no se desarrollaron o incluso ya no eran viables, además, de acuerdo con Sumano y Ocampo⁶⁹ tanto la ivermectina como el albendazol tienen efecto ovicida.

Los géneros de NGI identificados fueron *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Teladorsagia*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum*, *Cooperia* y *Nematodirus* lo cual concordó con lo

obtenido por Téllez,⁸² Figueroa⁸³ y Fattel⁸⁴ quienes identificaron *Haemonchus*, *Trichostrongylus* y *Teladorsagia*, con la diferencia de que también estos autores recolectaron *Trichuris*. Los resultados también coincidieron con los géneros registrados por Acosta⁷⁵ en Villa del Carbón, Andrade⁸⁰ en Parres, Rosas,¹⁰⁵ George¹¹⁴ y Cruz¹¹⁵ en Tlaxcala, excepto que algunos no identificaron *Nematodirus*. De lo anterior se interpretó que la semejanza del complejo parasitario se debió a que la región climática en dónde se realizaron los estudios fue similar.

De acuerdo a los datos se coincidió con todos los autores antes mencionados, al encontrar que *Haemonchus* fue el género más frecuente, se identificó en todos los muestreos y obtuvo el mayor porcentaje.

4.2 Presencia de géneros de nematodos gastrointestinales en praderas del CEIEPO en los diferentes meses

En lo que se refiere a la recolección de L₃ del pasto, se obtuvo una cantidad menor de *Haemonchus* que en los coprocultivos, lo anterior podría explicarse según las características que menciona Gordon,¹¹⁶ ya que la puesta de huevos es alta, pero la resistencia de los estados de vida libre es relativamente débil y son altamente vulnerables a los antihelmínticos. Con la puesta de huevos elevada muchos de ellos podrían desarrollarse y liberar larvas de vida libre, no obstante, en condiciones *in vitro* tendrían una supervivencia más alta en comparación a las larvas que enfrentan las condiciones del medio natural. Por el contrario, se recolectó una cantidad más elevada de *Trichostrongylus* de las praderas, de acuerdo con Gordon,¹¹⁶ dicha situación se debió a que tienen postura baja de huevos, sin embargo, la resistencia de los estadios de vida libre es alta.

Los géneros registrados del pasto fueron *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Cooperia*, *Bunostomum*, *Teladorsagia* y *Strongyloides*, esta situación coincidió con Liébano⁸⁷ pero difirió de Villegas,¹⁶ quién en Tepoztlán, Morelos registró *Haemonchus*, *Oesophagostomum* y *Nematodirus*. Orozco y López⁹² y Delgado,⁹⁰ además identificaron *Chabertia ovina* y *Nematodirus*. La diferencia podría explicarse porque estos lugares se

encuentran en una región de clima cálido y al haber las condiciones favorables, propician el desarrollo y sobrevivencia de un número mayor de estadios de vida libre de los géneros mencionados.

Cabe destacar que en las praderas se identificó *Strongyloides*, en contraste a los géneros identificados a través de las L₃ recolectadas de los cultivos, lo anterior podría sugerir que en las ovejas adultas se encuentra en bajas proporciones, ya que este género parasita principalmente a animales jóvenes¹¹⁷ además de que es un parásito facultativo.

Relación entre factores ambientales y cantidad de larvas 3 de NGI de ovinos recolectadas de las praderas

La cantidad de larvas estuvo relacionada con los factores ambientales, por ello, se observó una variación estacional. La cantidad de L₃ se incrementó cuando la temperatura no fue elevada y hubo bastante precipitación, de tal forma que la humedad relativa del suelo fue alta, de esta manera, la cantidad de L₃ estuvo relacionada positivamente con la humedad relativa y negativamente con la temperatura. La correlación obtenida con ambos factores ambientales registrados a un metro de altura sobre el suelo fue baja pero se incremento cuando se realizó la correlación con la temperatura y la humedad relativa registrados a nivel del suelo por lo que se consideró al igual que como indicó Liéban y Vázquez¹¹⁸ esto pudo influir en el desarrollo de las formas de vida libre.

El incremento gradual ocurrió a partir de julio ya que desde junio se elevó la precipitación pluvial, en septiembre se recolectó la cantidad más alta de L₃, al igual que Liéban y Vázquez,¹¹⁸ el número de L₃ colectadas de las praderas fue mayor en los muestreos posteriores a los meses más lluviosos que en este caso fueron junio, julio y agosto. A partir de octubre y hasta diciembre la cantidad de L₃ disminuyó, como consecuencia del descenso de la humedad, la explicación posible es que en los meses que le precedieron hubo cargas parasitarias bajas, por lo tanto había una cantidad baja de L₃ disponibles en las praderas, algunas murieron o como sugiere Fiel⁷ otras pudieron haber entrado a hipobiosis y posiblemente se enterraron en el suelo. Otro aumento sucedió de enero a mayo del 2005, y pudo deberse al incremento de hpgh eliminados en el periodo periparto,

contrariamente a que había una baja humedad relativa, además otras L₃ tal vez reemergieron de su estado de latencia en el que habían entrado. Solo en abril se recolectó una cantidad baja quizá porque las condiciones atmosféricas fueron adversas para el desarrollo y persistencia de las L₃ ya que en este mes se registró la temperatura más elevada y fue el segundo con humedad relativa más baja.

La cantidad de L₃ recolectadas durante la época de lluvias fue superior a la recolectada durante la época de sequía, lo que coincidió con Liébano *et al.*,⁹¹ Theodoropoulos *et al.*,⁹⁹ Agyei¹¹⁹ y Wanyangu *et al.*¹²⁰ Por lo anterior, se observó que las larvas subieron a la pastura cuando las altas temperaturas se combinaron con la lluvias, esta situación coincidió con lo señalado por Eysker *et al.*⁵⁷ La lluvia y por consiguiente la humedad determinaron el desarrollo de las formas de vida libre hasta alcanzar la etapa infectiva, por lo que la recolección de L₃ en las praderas fue mayor en la época húmeda.

En cuanto a géneros hubo variación, *Trichostrongylus* fue el género más frecuente, ya que se recolectaron L₃ de este género durante todo el año, incluso en la época de sequía lo cual coincidió con Ngambia *et al.*,¹⁰⁷ y Fritsche *et al.*,¹²¹ pero difirió de Liébano *et al.*,⁹¹ quienes lo registraron en la época de lluvias, le siguió *Haemonchus* y *Bunostomum* que fueron más abundantes en la temporada húmeda que en la de sequía, lo cual estuvo de acuerdo con Vázquez,¹²² en tanto que *Teladorsagia* y *Cooperia* se recolectaron en baja cantidad en ambas temporadas. Por otra parte, *Trichostrongylus* fue el género con el mayor porcentaje, por lo cual se contrapone a Villegas,¹⁶ Delgado,⁹⁰ Liébano *et al.*⁹¹ y Orozco y López⁹² que identificaron con el porcentaje más elevado a *Haemonchus*, lo cual pudo deberse a que los trabajos se realizaron en una zona cálida y el CEIEPO como se mencionó se localiza en una región templada.

Es muy importante considerar las condiciones del nanoclima ya que determinan el desarrollo y la sobrevivencia de las formas de vida libre, por está razón se hizo la comparación de temperatura y humedad relativa registradas a un metro de altura sobre el suelo (a) y a nivel de éste (b). Los resultados demostraron diferencia significativa en algunos de los meses del estudio; lo anterior coincidió con los resultados publicados por Liébano y Vázquez¹¹⁸ ya que encontraron diferencia significativa entre la temperatura

registrada en el microclima (con la diferencia de que fue registrada a 1.6m sobre el nivel del suelo) y del nanoclima.

La evaporación tiene efecto importante, sin embargo en este trabajo no se registró, debido a que está relacionada con varios factores que no fueron medidos como la velocidad y humedad del viento y superficie del suelo expuesta al aire, asimismo debió considerarse la textura del suelo que a su vez es modificado por la vegetación. No obstante, la evaporación podría manejarse como inversa a la humedad relativa por lo que de ser así, cuando la evaporación fue alta, la cantidad de L₃ recolectada de las praderas fue baja porque no se favoreció el desarrollo de las formas de vida libre y por el contrario, cuando la evaporación fue baja se recolectó una cantidad mayor de L₃, excepto en mayo de 2005, ya que puede decirse que en ese mes podrían haberse desarrollado las larvas de los huevos que fueron depositados durante abril, mes en el que hubo una eliminación alta de los mismos.

Cantidad de larvas 3 recolectadas de praderas en pastoreo y praderas en descanso

Las praderas más contaminadas con L₃ fueron las que estaban en pastoreo al momento en el que se recolectó el pasto, excepto en enero, marzo y abril, lo anterior coincidió con lo señalado por Githigia *et al.*,⁵⁸ Mitchell y Fitzsimons⁷⁸ y Boa *et al.*,¹²³ en Dinamarca, ya que el descanso de las praderas por un periodo considerable permitió que las praderas tuvieran una carga larvaria baja (en comparación con las praderas de uso permanente y las que estuvieron en pastoreo al momento del muestreo). A pesar de que las praderas tuvieron un descanso de 30 a 40 días aún estaban contaminadas con L₃, por lo que se podría recurrir a la sugerencia de Fiel⁷ y Aumont⁷² que sugieren que los periodos de descanso de las praderas sean superiores a los 35 días ya que en condiciones de humedad elevada las larvas pueden vivir entre 56 días y hasta tres meses, incluso en condiciones adversas como en la estación invernal, éstas pueden entrar en hipobiosis y sobrevivir hasta por más de un año.

4.3 Correlación entre intensidad media en la eliminación de huevos por gramo de heces y cantidad de larvas 3 recolectadas de la pradera

La correlación de la intensidad media en la eliminación de huevos y la cantidad de L₃ fue baja y negativa ($r=-0.12$), pero conforme aumentó la excreción de huevos se elevó el número de L₃, lo cual coincidió con Thomas y Boag¹¹¹ pues se observó que la cuenta de huevos estuvo relacionado cercanamente con las fluctuaciones en la población larval de la pastura. La relación fue diferente en los primeros meses del estudio (julio y agosto) ya que hubo una intensidad de hpgh cercana a cero debido a la aplicación de tratamiento antihelmíntico y por el contrario hubo un incremento gradual de L₃. En octubre disminuyeron ambas características, porque en septiembre se administró otro tratamiento y además disminuyó la humedad relativa. Sin embargo, a partir de enero aumentaron en forma gradual hasta mayo de 2005, tal vez debido a la reactivación de las larvas que se encontraban en hipobiosis y alcanzaron la madurez por lo que produjeron una mayor cantidad de huevos o que además pudo haber aumentado la fecundidad de las hembras, por lo tanto, al haber una alta cantidad de huevos disponibles en el medio, muchos de ellos seguirían su desarrollo en el ambiente hasta conseguir la L₃.

5. CONCLUSIONES

La frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos de NGI fueron mayores para las ovejas de raza Suffolk, en comparación con las ovejas de raza Dorset, en casi todo el periodo de estudio.

La relación con los factores atmosféricos no fue clara y no se logró identificar el comportamiento normal de la infección parasitaria debido a la administración de tratamiento antihelmíntico en varias ocasiones durante el periodo de estudio, sin embargo, la frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos y el porcentaje de géneros de NGI en ovejas se incrementaron en la temporada de lluvias (mayo a noviembre de 2004), lo cual estuvo relacionado principalmente con el aumento de la precipitación pluvial. Por otra parte, la mayor elevación se registró en la temporada de sequía (diciembre de 2004 a mayo de 2005) pero no estuvo determinado por los factores climáticos.

La frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos se elevaron a partir de enero hasta mayo debido al periodo periparto de las ovejas que tuvieron cría, y fue más notable en hembras de la raza Suffolk.

El Efecto Extensión y el Efecto Intensidad sobre la frecuencia e intensidad media en la eliminación de huevos fue diferente en los tres tratamientos antihelmínticos, el primero que consistió en ivermectina (junio de 2004) obtuvo los porcentajes más elevados, seguido de la administración de albendazol (septiembre de 2004) y la eficacia más baja correspondió a la segunda aplicación de ivermectina (febrero de 2005), tal vez, debido al periodo periparto y podría sospecharse de resistencia de los NGI al fármaco. Ambos efectos fueron mayores en ovejas de raza Dorset.

Los géneros identificados mediante los coprocultivos fueron *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Teladorsagia*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum*, *Cooperia* y *Nematodirus*. Los géneros recolectados de las praderas fueron *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Cooperia*, *Bunostomum*, *Teladorsagia* y *Strongyloides*.

La cantidad de L₃ y los géneros de NGI fueron mayores en la temporada de lluvias y en praderas en pastoreo y menores en la temporada de sequía y en las praderas en descanso, en la mayor parte de los meses del estudio.

La eliminación de huevos y la cantidad de L₃ de NGI recolectadas de las praderas del CEIEPO estuvieron relacionadas con el aumento en la precipitación pluvial y la humedad relativa en la primera parte del estudio, pero en la segunda correspondió al periodo periparto de las ovejas.

Este trabajo es el primero en su tipo ya que abarcó trece meses, por lo que fue posible observar la variación estacional de los NGI, tanto en la excreción de huevos como las formas infectantes en las praderas, a pesar de que no fue una dinámica natural, pues estuvo alterada por la administración de tratamiento antihelmíntico. Sin embargo, aún falta mucho por dilucidar, por lo cual falta una gran cantidad de proyectos experimentales, ya que este trabajo solo fue observacional, para confirmar la sospecha de resistencia a los fármacos y además de verificar la susceptibilidad de la raza Suffolk con respecto a la Dorset además de demostrar el fenómeno periparto. Aunque es este estudio se arrojó una gran cantidad de información biológica y epidemiológica en particular del CEIEPO, quedan pendientes muchas incógnitas.

6. REFERENCIAS

1. Waller P. Nematode parasites of small ruminant livestock- global perspectives, impact and coping with the problem of anthelmintic resistance. V International Seminar of Animal Parasitology. Yucatan, Mexico, 2003:76-84.
2. Nari A, Risso E. Nematodos gastrointestinales en Uruguay. Enfermedades Parasitarias de Importancia Económica en Bovinos. Editores Nari A, Fiel C. Edit. Hemisferio Sur. Argentina. 1999. 155-201.
3. Kassai T. Helminología Veterinaria. Edit. Acribia, España, 1998.
4. García A. *In vitro* and *in vivo* diagnosis of antihelminthic resistance in *Haemonchus contortus* infected sheep in Mexico. V International Seminar of Animal Parasitology. Yucatan, Mexico, 2003:194-199.
5. Papadopoulos E. The epizootiology of gastrointestinal nematode parasites in Greek dairy breeds of sheep and goats . Small Rum Res 2003;47(3):193-202.
6. Carrillo S. Seroepidemiología de enfermedades infecciosas en ganado ovino del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina-CEIEPO. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México, 1996.
7. Fiel C. Epidemiología de los nematodos gastrointestinales en la Pampa húmeda. Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. Editores Nari C, Fiel C. Edit. Hemisferio Sur. Argentina, 1999. 67-91.
8. Wayne M, Meek A, Willeberg P. Epidemiología Veterinaria. Principios y Métodos. Edit. Acribia, España, 1997.
9. Getachew T. Epidemiology of helminth parasites of small ruminants in mid-lowland Etiopia. Parasitology Research in Africa. International Foundation for Science 1995;255-269.

10. Suárez V. Epidemiología de los nematodos de la región subhúmeda y semiárida pampeana. Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. Editores Nari, C y Fiel, C. Edit. Hemisferio Sur. Argentina, 1999. 95-114.
11. Sréter T, Molnar V, Kassai T. The distribution of nematode egg counts and larval counts in grazing sheep and their implications for parasite control. *Int J Parasitol* 1994;24(1): 103-108.
12. Gruner L, Sauve C. The distribution of trichostrongyle infective larvae on pasture and grazing behaviour in calves. *Vet Parasitol* 1982;11:203-212.
13. Brundson R. Principles of helminth control. *Vet Parasitol* 1980;6:185-215.
14. Niezen J, Charleston W, Hodgson J, Miller C, Waghorn T, Robertson H. Effect of plant species on the larvae of gastrointestinal nematodes which parasite sheep. *Int J Parasitol* 1998;28:791-803.
15. Morales G, Pino L. Métodos de control de los nematodos gastroentéricos de ovinos y caprinos. FAO Corporate Document Repository. Disponible en: <http://www.fao.org>. 2004.
16. Villegas A. Influencia de dos tipos de manejo de ganado sobre la densidad de larvas infestantes de nematodos gastroentéricos en pastos del Estado de Morelos. Memorias de la VII Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria A.C. Tamaulipas, México. 1986:36.
17. Niezen J, Waghorn G, Charleston W. Establishment and fecundity of *Ostertagia circumcincta* y *Trichostrongylus colubriformis* in lambs fed lotus (*Lotus pedunculatus*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*) *Vet Parasitol* 1998;78(1):13-21.
18. Anderson R. Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. 2nd ed. CABI Publishing. UK, 2000.
19. Soulsby E. Textbook of veterinary clinical parasitology Vol. I. Helminths. Blackwell Scientific Publications. Great Britain. 1965.

20. Levine N. Tratado de parasitología veterinaria. Edit. Acribia. España, 1983.
21. Niec R. Cultivo e identificación de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales del bovino y ovino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. República Argentina, 1968.
22. Lapage G. Parasitología veterinaria. Cía. Edit. Continental. México, 1971.
23. Thienpont D, Rochete F, Vanparijs O. Diagnóstico de las helmintiasis por medio del examen coprológico. Jansenn Research Foundation. 1979.
24. Anónimo. Manual de técnicas de parasitología veterinaria. Acribia, España, 1971.
25. Bowman D, Lynn R, Eberhard M. Georgis Parasitología para veterinarios. 8a ed. Elsevier. España, 2004.
26. Vázquez V. Diagnóstico e identificación de los nematodos gastroentéricos (estadios adultos). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria. 2004: 78-99.
27. Seddon H. Diseases of domestic animals in Australia. Part 1. Helminth Infestations. Commonwealth of Australia. Department of Health. 2nd ed. Australia, 1967.
28. Meana A, Rojo F. Parásitosis de los rumiantes. En Parasitología Veterinaria. Cordero del Campillo M, Rojo F, Martínez A, Sánchez C, Hernández S, Navarrete I, Diez P, Quiroz H, Carvalho V. Edit. McGraw-Hill Interamericana, España, 1999:237-253.
29. Quiroz H. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. Edit. UTEHA. México, 1999.
30. Boag B, Topham P, Webster R. Spatial distribution of infective larvae of the gastrointestinal nematode parasites of sheep. Int J Parasitol 1989;19(6): 681-685.

- 31.Gray D. World control in Australia-Where now? Parasitology Research in Africa. International Foundation for Science 1995;155-167.
- 32.Hidalgo M. Cordero M. Tricurosis y capilariasis. En Parasitología Veterinaria. Cordero del Campillo M, Rojo F, Martínez A, Sánchez C, Hernández S, Navarrete I, Diez P, Quiroz H, Carvalho V. Edit. McGraw-Hill Interamericana, España, 1999:257-259.
- 33.Colditz I, Watson D, Gray G, Eady S. Some relationships between age, immune responsiveness and resistance to parasites in ruminants. Int J Parasitol 1996;26(8-9):869-877.
- 34.Walken-Brown S, Lady S. Nutricional influences on the expresión of genotypic resistance to gastrointestinal nematode infection in sheep. Aust J Exper Agric 2003;43:1445-1554.
- 35.Jørgensen L, Leathwick D, Charleston W, Godfrey P, Vlassoff A, Sutherland I. Variation between hosts in the developmental success of the free-living stages of trichostrongyle infections of sheep. Int J Parasitol 1998;28(9):1347-1352.
- 36.Chroust K. Control of gastrointestinal helminthiasis in pasture-reared lambs. Vet Med (Praha) 1997;42(3):67-70.
- 37.Romjali E, Dorny P, Batubara A, Pandey V, Gatenby R. Peri-parturient rise in faecal strongyle egg counts of different genotypes of sheep in North Sumatra, Indonesia. Vet. Parasitol 1997;68(1-2):191-196.
- 38.Kahn L, Knox M, Walkden-Brown S, Lea J. Regulation of the resistance to nematode parasites of single- and twin-bearing Merino ewes through nutrition and genetic selection. Trop Anim Health Prod 2003;35(3):207-17.
- 39.Saldaña A, Vázquez V, Liébano E. Sistemas de predicción contra nematodosis gastrointestinales en ovinos del municipio de Totolapan, Morelos. Memorias del Congreso Nacional de Buiatría. México, 2004.

40. Crofton H. Nematode Parasite population in sheep and on pasture. Technical Communication No. 35 of the Commonwealth Bureau of Helminthology. Commonwealth Agricultural Bureaux. Great Britain. 1971.
41. Miller J, Bahirathan M, Lemarie S, Hembry F, Kearney M, Barras S. Epidemiology of gastrointestinal nematode parasitism in Suffolk and Gulf Coast Native sheep with special emphasis on relative susceptibility to *Haemonchus contortus* infection. *Vet Parasitol* 1998; 74(1):55-74.
42. Li Y, Miller J, Franke D. Epidemiological observations and heterosis analysis of gastrointestinal nematode parasitism in Suffolk, Gulf Coast Native, and crossbred lambs. *Vet Parasitol* 2001;98(4):273-283.
43. Amarante A, Bricarello P, Rocha R, Gennari S. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. *Vet Parasitol* 2004;120 (1-2): 91-106.
44. Burke J, Miller J. Relative resistance to gastrointestinal nematode parasites in Dorper, Katahdin and St. Croix lambs under conditions encountered in the southeastern region of the United States. *Small Rum Res* 2004;54:43-51.
45. Burke J, Miller J. Relative resistance of Dorper crossbred ewes to gastrointestinal nematode infection compared with St. Croix and Katahdin ewes in the southeastern United States. *Small Rum Res* 2002;109:265-275.
46. Matika O, Nyoni S, Van Wyk J, Erasmus G, Baker R. Resistance of Sabi and Dorper ewes to gastro-intestinal nematode infections in an African semi-arid environment. *Small Rum Res* 2003;47(2):95-102.
47. Mugambi J, Audho J, Njomo S, Baker R. Evaluation of the phenotypic performance of a Red Massai and Dorper double backcross resource population: indoor trickle challenge with *Haemonchus contortus*. *Vet Parasitol* 2005;127(3-4):263-275.

48. Wildblood L, Douglas K, Clark A, Cameron A, Turner D, Jones D. Production of eosinophil chemoattractant activity by ovine gastrointestinal nematodes. *Vet Immunol Immunopath* 2005;107(1-2):57-65.
49. Bautista C. Respuesta Inmune en nematodosis gastrointestinales. En *Inmunoparasitología y Biología Molecular*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México, 2000: 90-100.
50. Woolaston R, Baker R. Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. *Int J Parasitol* 1996;26(8-9):845-855.
51. Valderrábano J, Delfa R, Uriarte J. Effect of level of feed intake on the development of gastrointestinal parasitism in growing lambs. *Vet Parasitol* 2002;104(4):327-338.
52. Ng'ang'a C, Maingi N, Kanyari P, Munyua W. Development, survival and availability of gastrointestinal nematodes of sheep on pastures in a semi-arid area of Kajiado District of Kenya. *Vet Res Commun* 2004;28(6):491-501.
53. Tembely S, Lahlou-kassi A, Rege J, Sovani S, Diedhiou M, Baker R. The epidemiology of nematode infections in sheep in a cool tropical environment. *Vet Parasitol* 1997;70(1-3):129-141.
54. Barger I. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *Int J Parasitol* 1999;29: 41-47.
55. Vázquez V. Aspectos espizootiológicos de las verminosis en ovinos en clima A(f)C. Tesis Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México, 1985.
56. Ramírez A. Valoración de tratamientos sistemáticos contra nematodos gastroentéricos en corderos y ovejas. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. 1983:258-259.
57. Eysker M, Bakker N, Kooyman F, Ploeger H. The possibilities and limitations of evasive grazing as a control measure for parasitic gastroenteritis in small ruminants in temperate climates. *Vet Parasitol* 2005;129(1-2):95-104.

58. Githigia S, Thamsborg S, Larsen M. Effectiveness of grazing management in controlling gastrointestinal nematodes in weaner lambs on pasture in Denmark. *Vet Parasitol* 2001; 99(1):15-27.
59. Fiel C, Steffan P. Epidemiología de los nematodos gastrointestinales en la pampa húmeda. Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. Editores Nari, A. y Fiel, C. Edit. Hemisferio Sur. Argentina, 1999.
60. Hidalgo M, Cordero M. Estrongiloidosis. En *Parasitología Veterinaria*. Cordero del Campillo M, Rojo F, Martínez A, Sánchez C, Hernández S, Navarrete I, Díez P, Quiroz H, Carvalho V. Edit. McGraw-Hill Interamericana, España, 1999:234-237.
61. Coop R, Kyriazakis I. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. *Trends Parasitol* 2001;17(7): 325-330.
62. Hendrix C. Diagnóstico parasitológico veterinario. Harcourt-Brace. 2nd Ed. España, 1999.
63. Coadwell W, Ward P. The use of faecal egg counts for estimating worm burdens in sheep infected with *Haemonchus contortus*. *Parasitol* 1982;85:251-256.
64. Reinecke R. Identification of helminths in ruminants at necropsy. *J South African Vet Assoc* 1984:136-143.
65. Tarazona J. A Method for the Interpretation of parasite egg counts in faeces for sheep. *Vet Parasitol* 1986;22:113-119.
66. Mendoza P, Herrera D. Terapia antihelmíntica contra las nematodosis gastrointestinales en rumiantes. Diagnóstico y Control de los Nematodos Gastrointestinales de los Rumiantes en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria. 2004; 1:115-128.

67. Powers K, Wood I, Eckert J, Gibson T, Smith H. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) Guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine and ovine). *Vet. Parasitol* 1982;10:265-284.
68. Wood I, Amaral N, Bairden K, Duncan J, Kassai T, Malone J, Pankavich J, Reinecke R, Scolombe O, Taylor S, Vercruyse J. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Vet Parasitol* 1995;58:81:213.
69. Sumano H, Ocampo L. *Farmacología veterinaria*. 2ª ed. McGraw-Hill Interamericana, México, 1997.
70. Torres J, Roberts B, Canto J, Martínez C, Rodríguez J, Canul L, Cob L, Tirado F, Aguilar A. Prevalence of sheep herds with gastrointestinal nematodes resistant to benzimidazoles, imidazothiales and macrocyclic lactones in Yucatan. V International Seminar of Animal Parasitology, Yucatan, Mexico, 2003:48-52.
71. López E. Nematodos gastrointestinales en rumiantes: Biología Molecular. En *Inmunoparasitología y Biología Molecular*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México, 2000:101-108.
72. Aumont G. Strongyloses Gastro-intestinales des petits ruminants dans les Antilles Francaises. *Parasitology Research in Africa*. Internacional Foundation for Science 1995;169-187.
73. Coronado A, Escalona H, Henriquez H, Mújica F, Suarez C. Ivermectin resistance in naturally Cooperia sp infected heifers in Lara State, Venezuela. V International Seminar of Animal Parasitology. Yucatan, Mexico, 2003:67-71.
74. Campos R, Herrera D, Quiroz R. Diagnóstico *in vitro* de *Haemonchus contortus* resistente al albendazol, fenbendazol, oxfendazol y febantel en tres rebaños ovinos Tabasco o Pelibuey. *Vet Mex* 1992;23:51-56.

75. Torres J, Aguilar A, Le Bigote C, Hosté H, Canul H, Gutiérrez I. Prevalence of goat herds with gastrointestinal nematodes resistant to benzimidazol in Yucatan, Mexico. V International Seminar of Animal Parasitology. Yucatan, Mexico, 2003:322-325.
76. Montalvo X, López M, Vázquez V, Liébano E, Mendoza P. Presence of antihelmintic resistance against gastrointestinal nematodes in sheep farms in Tlaxcala, Mexico. V International Seminar of Animal Parasitology. Yucatan, Mexico, 2003:299-306.
77. Mendoza P. Mendoza P. Utilización de hongos y bacterias para el control de nematodos gastrointestinales de rumiantes. En: Diagnóstico y Control de los Nematodos Gastrointestinales de los Rumiantes en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria. 2004:146-157.
78. Mitchell G, Fitzsimons J. Control of ovine gastrointestinal helminthiasis by the use of 'clean' grazing and strategic dosing in the field. Res Vet Sci 1983;35(1):100-105.
79. Acosta J. Incidencia, epizootiología e importancia de nematodos gastrointestinales de ovinos en Villa del Carbón, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1970.
80. Andrade J. Epizootiología e importancia de nematodos gastrointestinales en ovinos de Parres, D.F. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1970.
81. Méndez R, Ramírez A, Figueroa A, González A, Negrete P, Quiroz H. Prevalencia e intensidad de huevos de nematodos gastrointestinales, hematocrito y proteínas plasmáticas en ovinos en un clima templado. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. 1997.
82. Téllez F. Frecuencia de nematodos gastroentéricos en ovinos Suffolk del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México, 1993.

- 84.Figueroa J. Frecuencia de nematodos gastroentéricos en ovinos Rambouillet del Centro De Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México, 1993.
- 84.Fattel, G. Comprobación del efecto del moxidectin y reinfestación de nematodos gastrointestinales en ovinos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México, 1996.
- 85.Orozco V, López R. Parasitosis en borregas Pelibuey durante el posparto. Memorias del II Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria, Veracruz. 1992:36.
- 86.Vázquez V. Características epidemiológicas de los nematodos gastroentéricos de los rumiantes. En: Diagnóstico y Control de los Nematodos Gastrointestinales de los Rumiantes en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria. 2004;1:1-11.
- 87.Escutia I. Importancia del incremento en la producción de huevos de NGE en ovejas posparto. Primera Reunión Anual de Parasitología Veterinaria. Resúmenes de Trabajos. Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria A. C. México. 1980; I(1):46
- 88.Alba F, Cuellar A, Martínez, P. Evaluación del conteo de huevos de nematodos gastroentéricos eliminados en heces de ovejas criollas posparto. Memorias de la VII Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria A.C. Tamaulipas, México. 1986:34.
- 89.Farías F. Determinación del incremento en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales posparto en ovejas. Tec Pec Mex 1988;3(26):259-266.
- 90.Delgado J, Quiroz H, Vega R. Horario de migración vertical de larvas de nematodos gastrointestinales en pasto de zona tropical. Memorias de la Segunda Reunión Anual de Parasitología Veterinaria. Asoc Mex de Parasitol Vet A. C. 1982; 2:43.

91. Liéban E, Vázquez V, Cid. A. Determinación de larvas infectantes de nematodos gastroentéricos en pasto en clima tropical húmedo. Memorias de la XVI Reunión Nacional de Buiatría, Veracruz, México, 1991:131.
92. Orozco V, López R. Efecto de la época de la nacencia sobre la carga parasitaria en corderos Pelibuey. Memorias del II Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria – Veracruz 1992:37.
93. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarlo a la República Mexicana). 4a ed. México. 1987.
94. Méndez I, Namihira D, Moreno L, Sosa C. El protocolo de investigación. Trillas. México, 1984.
95. Liéban E. Cultivo e identificación larvaria de nemátodos del tracto gastroentérico. En Diagnóstico de Helmintos y Hemoparásitos en Rumiantes. Editores Campos RR., Bautista GR. Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria. México, 1989:40-71.
96. Van Wyk J, Cabaret J, Michael L. Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Vet Parasitol* 2004;119:277-306.
97. Vega N, Romero E. Clave para la identificación de terceras larvas de nematodos gastrointestinales en rumiantes, equinos y cerdos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 1983.
98. Van Wyk J, Groeneveld H. Comments on the paper “World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) Second Edition for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Vet. Parasitol* 1997;70: 283:288.
99. Theodoropoulos G, Koutsotolis K, Nikolaou E, Kalogiannis D, Petrakos G. Seasonal variation of gastrointestinal nematodes of sheep in the region of Jaonnina, Greece. *Int J Parasitol* 1998;28:1287:1292.

100. Margolis L, Esch G, Holmes J, Kuris A, Schad G. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc Committee of the American Society of Parasitologists). *J Parasitol* 1982;68(1):131-133.
101. Eckert L, Schneiter G, Wolff K. Fasinex (triclabendazole) – a new fasciolicide. Triclabendazole Publication. Ciba –Geigy. Animal-Health. 1984
102. Daniel W. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa Wiley. México, 2004.
103. Dorny P, Demeulenaere D, Smets K, Vercruysse J. Control of gastrointestinal nematodes in first season grazing calves by two strategic treatments with eprinomectin. *Vet Parasitol* 2000;89:277–286.
104. Martínez B, Diez N, Rojo F. An epidemiological study of gastrointestinal parasitism in dairy sheep flocks in León (NW Spain). *Small Rum Res* 1998;27:25-30.
105. Rosas A. Determinación, abundancia y variación estacional de parásitos gastroentéricos en ovinos del municipio de Calpulalpan, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura. FMVZ-UNAM 1980.
106. Vercruysse J. A survey of seasonal changes in nematode faecal egg count levels of sheep and goats in Senegal. *Vet Parasitol* 1983;13(3):239-44.
107. Ngambia R, Pandey V, Dorny P, Killanga S. Etude épidémiologique des nématodes gastro-intestinaux chez les ovins en milieux urbain et periurbain á Maroua, Extreme Nord du Cameroun. *Revue Élev Méd Vét Pays Trop* 2000;53(1):17-22.
108. Colwell D, Goater C, Jacobson K. Prevalence and intensity of gastrointestinal nematodes in slaughter lambs from central Alberta. *Can Vet J* 2002;43:775-777.
109. Achi Y, Zisstag J, Yeo N, Dea V, Épidémiologie helminthoses des moutons et des chèvres dans la région des savanes du Nord de la Cote d'Ivoire. *Rev Méd Vet* 2003;154(3):179-188.

110. Torina A, Ferrantelli V, Sparagano O, Reale S, Vitale F, Caracappa S. Climatic conditions and gastrointestinal nematode egg production: observations in breeding sheep and goats. *Ann N Y Acad Sci* 2004;1026:203–209.
111. Thomas R, Boag B. Epidemiological studies on gastrointestinal nematode parasites of sheep. *Res Vet Sci* 1973;15:238-249.
112. Clearebout E, Dorny P, Agneessens J, Demeulenaere D, Vercryusse J. The effect of first season chemoprophylaxis in calves on second season pasture contamination and acquired resistance and resilience to gastrointestinal nematodes. *Vet Parasitol* 1999;80 : 289-301.
113. Chartier C, Hoste H, Bouquet W, Malpaux B, Pors I, Koch C. Periparturient rise in fecal egg counts associated with prolactin concentration increase in French Alpine dairy goats *Parasitol Res* 1998;84:806-810.
114. George S. Frecuencia de parásitos gastrointestinales, pulmonares y hepáticos en ovinos de la Magdalena Soltepec, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 1988.
115. Cruz G. Determinación de géneros de vermes gastroentéricos en ovinos de dos diferentes edades en el municipio de Huamantla, Tlaxcala, mediante exámenes coproparasitoscópicos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 1990.
116. Gordon H. Epidemiology and control of gastrointestinal nematodoses of ruminants. *Adv Vet Sci* 1973;17:395-437.
117. Liébano E. Identificación morfométrica de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales y pulmonares de rumiantes domésticos de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria. 2004: 26-77.

- 118.Liébano E, Vázquez V. Efecto de las condiciones el microclima y del nanoclima sobre la sobrevivencia da larvas infectantes de *H. contortus*. Memoria de la XVI Reunión Nacional de Buiatría. Veracruz, México, 1991:126-130.
- 119.Agyei D. Seasonal distribution of infective strongylate nematode larvae in the coastal savanna region of Ghana. Parasitology Research in Africa. Internacional Foundation for Science 1995;245-254.
- 120.Wanyangu S, Karimi S, Gatongi P, Mugambi J, Bain R. Validation of a theoretical strategic anthelmintic control programme for haemonchosis in small ruminants in Kenya. Parasitology Research in Africa. Internacional Foundation for Science 1995;271-285.
- 121.Fritsche T, Kaufmann J, Pfister K. Parasite spectrum and seasonal epidemiology of gastrointestinal nematodes of small ruminants in The Gambia. Vet Parasitol 1993;49(2-4): 271-283.
- 122.Vázquez V, Álvarez J, Martínez P. Uso de bioclimatogramas en un modelo de predicción de riesgo a infecciones por *Haemonchus contortus*. Tec Pec Mex 1988;26:250-257.
- 123.Boa E, Thamsborg M, Kassuku A, Bogh O. Comparison of worm control strategies in grazing sheep in Denmark. Acta Vet Scand 2001;42(1):57-69.