



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

**Dinámica estacional de nematodos intestinales de
ovinos del Estado de México.**

TESIS

Que para obtener el grado de:

Especialista en Producción de Ovinos y Caprinos

PRESENTA

Perla María del Carmen Acevedo Ramírez

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Héctor Quiroz Romero

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, febrero, 2017.



**UNAM
CUAUTITLÁN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

“Del Pueblo a la Universidad y de la Universidad al Pueblo”

David Alfaro Siqueiros.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a la oportunidad que me dieron al ingresar a la Especialidad en Producción de Ovinos y Caprinos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México. Gracias Comité Académico que creyó en mí: Dra. Citlali Hernández, Dra. Rosalba Soto y Dr. Arturo Trejo.

Gracias a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM, a la que considero mi segunda casa.

Al Sistema Nacional de Investigadores por la beca otorgada.

Al Dr. Héctor Quiroz Romero porque a pesar de tanto tiempo, me sigue teniendo la confianza, gracias por permitirme aprender de usted, es una de las personas que más influencia ha tenido en mi vida académica. Gracias por la sabiduría compartida, dedicación y paciencia.

A la Dra. Irene Cruz Mendoza, de igual forma, por su dedicación, tiempo, confianza y apoyo, sin el cual podría haber sido mucho más largo este proceso.

Al Departamento de Parasitología de la FMVZ-UNAM.

Al Dr. Raúl Úlloa Arvizú por su gran apoyo en el trabajo estadístico.

A la Dra. Guadalupe Prado, por toda la lata que le di en este trámite.

A los profesores que me permitieron aprender muchísimo y compartieron sus conocimientos: Luis, Consuelo, Deneb, Hugo César, Juan Carlos, Liborio.

A la Dra. Rosalba Soto González por creer en este trabajo.

Al E. Paolo César Cano Suárez por la atención y comentarios muy acertados.

A la Facultad de Ciencias-UNAM que me ha permitido desarrollarme como docente, una labor que me fascina (espero hacerlo bien), que me da la oportunidad de compartir e intercambiar conocimientos con otros estudiantes como en algún momento lo hicieron conmigo mis grandes maestros.

Mi más grande orgullo, ser estudiante y docente de la

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Corazón azul y piel dorada

Por mi raza hablará el espíritu

iii Gracias por todo lo que me has dado !!!

¿¿¿ Cómo no te voy a querer ???

A Beni... mi mamá

Dedicatoria

En ocasiones se puede pensar que todo se ha destruido, que todo se ha perdido, sin embargo, siempre hay oportunidades y caminos por recorrer, disfrutar y conocer... La vida y los proyectos se pueden empezar y renovar una y otra vez... muchas personas se van, sólo permanecen unas cuantas, pero así se puede saber con quién se cuenta de manera permanente...

!!! Gracias por estar y continuar !!!

A Dios:

Por una oportunidad día a día.

A Benigna Ramírez Suaste, mi mamá:

Por todo el apoyo, que siempre he recibido de ti de manera incondicional.

A David y Fabián:

Por ser las únicas personas en el mundo que siempre estarán y me soportarán a pesar de mis malos ratos.

Noelín y Ameyu:

Por darme la alegría y felicidad que sólo ustedes me pueden dar, porque son lo más importante para mí ¡¡ los amo pequeños hermosos !!

A Lindy, Vane y Mine:

Por la familia que se han convertido, por todos los momentos compartidos.

Gracias infinitas por todo, con nada les podré pagar todo su apoyo ¡¡¡ Los amo !!!

A Crescenciano Acevedo Sánchez:

Por las borregas que me regalarás, jeje.

A la familia Navarro Ramírez: porque con ustedes crecemos y compartimos todo, ¡¡Somos una gran familia!!

A las familias Muñoz Ramírez y Chávez Ramírez.

A Reyna, por ser quién eres y estar cuando te necesito... aunque sea a la distancia.

A Raisa Oriana Quiroz Saucedo, porque a pesar de que no tenemos lazos de sangre, eres mi hermana de corazón.

A Ana Laura García Soria, sin ti, esto no habría sido posible, tú y tu familia son parte fundamental de este trabajo. Gracias por tu confianza y por abrirme la puerta de tu casa.

Sofía Arenas, por tener las palabras precisas, sigues siendo de mis indispensables.

Aarón, Elia y Mandy, porque a pesar de sus múltiples ocasiones se dan el tiempo para sacarme de apuros y porque Parasítate e Hiper Parasítate siempre nos da nuevas ideas.

MVZ Nélida Saldaña Hernández y Dra. María Eugenia Cervantes Valencia (Nely y Maru), gracias por hacerme reír tanto con sus ocurrencias.

Saraí Puebla Pimentel, porque eres una gran amiga, tienes esa chispa que alegra el día.

Claudia Campos y Ángeles Mendoza porque he descubierto a esas grandiosas y talentosas mujeres y me han permitido aprender de ustedes.

Mirta Cano Campos, por permanecer, a pesar de nuestros berrinches la amistad es más grande.

Mary López, por alentarme a continuar.

Jesús Campos Sánchez, por salvarme de algunas dudas.

A mis excelentes grupos de Biología General y de Biología de Animales I (5140) que soportaron que todo el año les hablará de borregos, jeje.

A los productores: Josafat, Pedro Serrano, Fulgencio Miranda Cecilia Ocaña y Ana Laura García, por su confianza.

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

Resumen

Los nematodos gastrointestinales causan pérdidas en la producción, se estima que la infección por parásitos en rumiantes es uno de los principales problemas y las pérdidas ascienden a más de 3 mil millones USD por año, el 60% corresponde a la ovinocultura. El Estado de México es el primer productor nacional de ovinos, por lo que se requiere los animales estén sanos con un control parasitario adecuado. El tratamiento se basa en el empleo de antihelmínticos sintéticos, sin embargo, la aplicación reiterada o la subdosificación han seleccionado nematodos resistentes a los antihelmínticos. El objetivo fue determinar la frecuencia e intensidad de nematodos gastrointestinales en ovinos en Temascaltepec, Estado de México, durante la temporada de sequía. La región está localizada en una zona montañosa con clima templado húmedo. Se emplearon 76 ovinos hembras, la mayoría gestantes; 38 con pastoreo en el bosque, 23 con pastoreo en praderas implantadas y 7 en corrales permanentes. El muestreo se realizó mensualmente de diciembre de 2015 a mayo de 2016. Las muestras fecales fueron colectadas del recto; se realizó la técnica de Mc Master, se observaron las características morfológicas, se contaron los huevos por gramo de heces (hpgh), se obtuvo la frecuencia e intensidad. Con las heces positivas se realizó coprocultivo. En junio se administró fenbendazol y se midió su efecto. La frecuencia de parásitos gastrointestinales fue de 100%. La intensidad osciló de 0 a 15,600 hpgh, en ovejas en periparto. Se identificaron *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Chabertia ovina*, *Teladorsagia*, *Oesophagostomum*, *Nematodirus spp.* y *Trichuris spp.* El clima, el manejo, el sistema de alimentación y las condiciones en las que se encuentra el rebaño fueron determinantes para que la frecuencia fuera alta y la intensidad variable. En los rebaños no se hace diagnóstico previo, en ocasiones se administra antihelmínticos, sin embargo, en algunos rebaños se sospecha la presencia de resistencia a la ivermectina y al fenbendazol. Es necesario contar con estudios sobre la población y dinámica parasitaria para realizar un control selectivo e integral que impacte en la salud animal, humana y ambiental.

Palabras clave: nematodos gastrointestinales, diagnóstico, control, resistencia.

Abstract

Gastrointestinal nematodes cause losses in production, it has been estimated that parasite infection in ruminants is one of the main problems and losses amount to more than 3 billion USD per year, 60% corresponds to sheep. The State of Mexico is the first national producer of sheep, so animals are required to be healthy with adequate anthelmintic control. The treatment is based on the use of synthetic anthelmintics, however, repeated application or underdosage have selected nematodes resistant to anthelmintics. The objective was to determine the frequency and intensity of gastrointestinal nematodes in sheep in Temascaltepec, State of Mexico, during the dry season. The region is located in the mountainous zone whose climate is humid temperate. Seventy six female sheep were used, most of them pregnant; 43 with grazing in the forest, 23 with grazing in implanted prairies and 10 in permanent pens. Sampling was performed every month, from December 2015 to May 2016. Fecal samples were collected from the rectum; The Mc Master technique was performed, the morphological characteristics were observed, eggs were counted per gram of feces (epg), frequency and intensity were obtained. With the positive stool was performed culture. At the end of the study, anthelmintic was administered and its effect measured. The frequency of gastrointestinal parasites was 100%. The intensity ranged from 0 to 15,600 hpgh, in peripartum sheep. *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Chabertia ovina*, *Teladorsagia*, *Oesophagostomum*, *Nematodirus spp.* and *Trichuris spp.* The climate, the management, the feeding system and the conditions in which the flock was found were determinant for high frequency and variable intensity. In the flocks does not make a previous diagnosis, sometimes deworming is administered, however, resistance to ivermectin and fenbendazole is suspected in some flocks. It is necessary to have studies on population and parasitic dynamics to carry out a selective and comprehensive control that impacts on animal, human and environmental health.

Key words: gastrointestinal nematodes, diagnostic, control, resistance.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	20
OBJETIVOS	20
HIPÓTESIS	21
2. ESTRATEGIA EXPERIMENTAL.....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
4. RESULTADOS.....	31
5. DISCUSIÓN.....	41
6. CONCLUSIONES.....	45
7. LITERATURA CITADA.....	47

Índice de Abreviaturas

CC: Condición corporal

CEIEPASP: Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agro-Silvo-Pastoril.

CEIEPO: Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina.

FAMACHA: Tarjeta empleada para determinar coloración de mucosa, indicativo de anemia ocasionada principalmente por *H. contortus*.

H. contortus: *Haemonchus contortus*

hpgh: huevos por gramo de heces

L₃: larvas 3

NGI: nematodos gastrointestinales

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Nematodos gastrointestinales de ovejas.

Cuadro 2. Condición corporal de ovejas.

Cuadro 3. Nematodos gastrointestinales de ovinos de zonas templadas de México.

Cuadro 4. Reducción de huevos después de la administración de desparasitante antihelmíntico.

Cuadro 5. Correlación entre distintas variables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biológico de tricostrongídeos. *Nematodirus* tiene un ciclo similar, sólo que la duración puede ser hasta de un año, el huevo es más grande puesto que la larva se desarrolla dentro hasta alcanzar la L₃.

Figura 2. Tarjeta FAMACHA.

Figura 3. Localización geográfica de Temascaltepec, Estado de México.

Figura 4. Rebaño 1.

Figura 5. Rebaño 2.

Figura 6. Rebaño 3.

Figura 7. Rebaño 4.

Figura 8. Rebaño 5.

Figura 9. Intensidad de nematodos gastrointestinales en ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México.

Figura 10. Intensidad de huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas en Temascaltepec, Estado de México. Las flechas indican tratamiento. Al rebaño 3 se le administró ivermectina en febrero. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo y al rebaño 3 en junio.

Figura 11. Géneros de nematodos gastrointestinales identificados en ovejas en cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México.

Figura 12. Géneros identificados a través de larvas 3 (L₃) de nematodos gastrointestinales de ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México.

Figura 13. Intensidad de huevos de nematodos gastrointestinales del género *Nematodirus spp.* en ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo y al rebaño 3 en junio.

Figura 14. Intensidad de huevos de *Trichuris spp.* en ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo y al rebaño 3 en junio.

Figura 15. Registro de la precipitación pluvial y temperatura del Estado de México durante noviembre de 2015 a junio de 2016 (CONAGUA, 2016).

Figura 16. Registro de FAMACHA en ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo y al rebaño 3 en junio.

Figura 17. Condición corporal en ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo, al rebaño 3 en junio.

Figura 18. Registro de peso de ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo, al rebaño 3 en junio.

DINÁMICA ESTACIONAL DE NEMATODOS INTESTINALES DE OVINOS DEL ESTADO DE MÉXICO.

1. INTRODUCCIÓN

El Estado de México cuenta con 21641 km² de superficie (http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/1-GeografiaDeMexico/man_refgeog_extterr_vs_enero_30_2088.pdf), una de sus principales actividades pecuarias es la cría de ovinos, una muestra de ello es que de los casi 8.5 millones de cabezas en el país, el Edo. de México ocupa el primer lugar con 1,410,238 aproximadamente (SIAP, 2016). Para que la producción sea rentable, es necesario que los animales estén sanos, ello implica realizar un control parasitario.

Los parásitos gastrointestinales causan pérdidas en la producción, en los E.U.A. se ha estimado que la infección por parásitos en rumiantes es uno de los principales problemas y las pérdidas ascienden a más de 3 mil millones de dólares por año, aproximadamente el 60% corresponde a la ovinocultura. El impacto económico de las parasitosis gastrointestinales en la crianza de ovinos en Australia es más alto que los de cualquier otra enfermedad en las ovejas. En 1980-82, el Buró de Agricultura Económica estimó los costos promedio por prevención y tratamiento en 53 millones y las pérdidas en producción en 253 millones por año; se ha calculado en 8.7% de los costos de producción anuales. A mediados de los años 80, se estimó que una tercera parte de las unidades productivas de ganado ovino en Nueva Zelanda, dependían de productos químicos para controlar a los NGI; con esta finalidad, se gastaron 23 millones de dólares neozelandeses en antihelmínticos por año (siete tratamientos/ animal /año) (Luna-Palomera *et al.*, 2010; Figueroa y Acevedo, 2011).

En México se cuenta con escasa información sobre el impacto económico de las parasitosis gastrointestinales, el impacto ha sido subestimado y no es conocido

con precisión ya que varía dependiendo de las condiciones geográficas, los sistemas de manejo, edad, raza y sexo. El efecto de las parasitosis gastroentéricas varía en severidad, dando lugar a una marcada disminución en la productividad de las ovejas, por retardo en el crecimiento y pubertad, reducción en las ganancias de peso hasta en un 50% (Torres *et al.*, 2006; Aguilar *et al.*, 2009) y mortalidad entre 20 y 50% (Knox *et al.*, 2006).

Los nematodos gastrointestinales son los parásitos más frecuentes de los ruminantes en todo el mundo, especialmente en regiones tropicales o templadas húmedas. En los ovinos se alojan en el abomaso e intestinos, su acción patógena ocasiona la enfermedad conocida como nematodosis o verminosis gastrointestinal. Aunque cada especie puede ocasionar una entidad bien definida (hemoncosis, esofagostomosis, etc.), generalmente las infecciones son mixtas, es decir, en un solo animal o rebaño suelen encontrarse varias especies provocando un síndrome de inapetencia, trastornos digestivos (mala absorción, diarrea, constipación), anemia y la muerte (Meana y Rojo, 1999). La infección parasitaria, la intensidad y variación está determinada por distintos factores que involucran además del parásito, al huésped y al ambiente.

1.1.1 Agentes etiológicos

En animales en pastoreo usualmente se observan infecciones mixtas, es decir, un mismo animal puede albergar varias especies de nematodos simultáneamente, por ser las de mayor importancia se hará referencia a las ocasionadas por nematodos del Phylum Nematoda (Quiroz, 2006). En el cuadro 1 se enlistan las especies más frecuentes:

Cuadro 1. Nematodos gastrointestinales de ovinos (Modificado de Quiroz, 2006).

Orden	Familia	Especie	Localización
Spirurida	Thelaziidae	<i>Gongylonema</i>	Esófago, rumen, retículo y omaso.
Strongylida	Trichostrongylidae	<i>Haemonchus contortus</i> <i>Teladorsagia circumcincta</i> <i>T. trifurcata</i> <i>Trichostrongylus axei</i>	Abomaso.
		<i>Trichostrongylus vitrinus</i> <i>T. colubriformis</i> <i>Cooperia curticei</i> <i>Nematodirus filicollis</i> , <i>N. spathiger</i> , <i>N. battus</i> .	Intestino delgado
Rhabditida	Strongyloidae	<i>Strongyloides papillosus</i>	
Strongylida	Ancylostomatidae	<i>Bunostomum trigonocephalum</i>	Ciego y colon
	Strongylidae	<i>Chabertia ovina</i> , <i>Oesophagostomum colombianum</i> , <i>Oe. venulosum</i> .	
Enoplida	Trichuridae	<i>Trichuris</i>	
Oxyurida	Oxyuridae	<i>Skrjabinema ovis</i>	

1.1.1.1 Ciclo biológico

Los nematodos adultos del género *Gongylonema* se localizan en la lengua, esófago, rumen, retículo y omaso, se reproducen y los huevos salen en las heces del huésped. Los huevos son ingeridos por escarabajos coprofágos y cucarachas. La larva 1 (L₁) eclosiona en el intestino, atraviesa la pared y pasa a la cavidad general, muda y penetra en los músculos donde llega a larva 3 (L₃) en un período de 29 a 32 días. Los ovinos se infectan al ingerir a los huéspedes intermediarios; la L₃ se libera en el estómago, aunque la migración no es conocida, parece que emigra por la mucosa hacia el esófago (Quiroz, 2006).

Los nematodos gastrointestinales estrogilidos en estado adulto se localizan en el abomaso del ovino infectado, se reproducen y los huevos salen con las heces; en el ambiente externo, en 24 horas a 22 - 26°C, el embrión se desarrolla a L₁ y eclosiona. La L₁ se convierte en L₂ ésta 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, así como geotropismo y fototropismo negativo. La combinación de estos tropismos hace que las L₃ suban a la punta del pasto cuando hay rocío, lo que favorece la ingestión de las larvas por los ovinos que pastan (Quiroz, 2006).

Los ovinos se infectan al ingerir pastura contaminada con L₃, por lo que el número de larvas ingeridas es proporcional a la cantidad de alimento consumido (Gray, 1995). Las L₃ son deglutidas, se desenvainan en el rumen, después pasan al abomaso y se sitúan cerca de las glándulas, en donde mudan dos veces y alcanzan la fase de adultos: hembras y machos (figura 1).

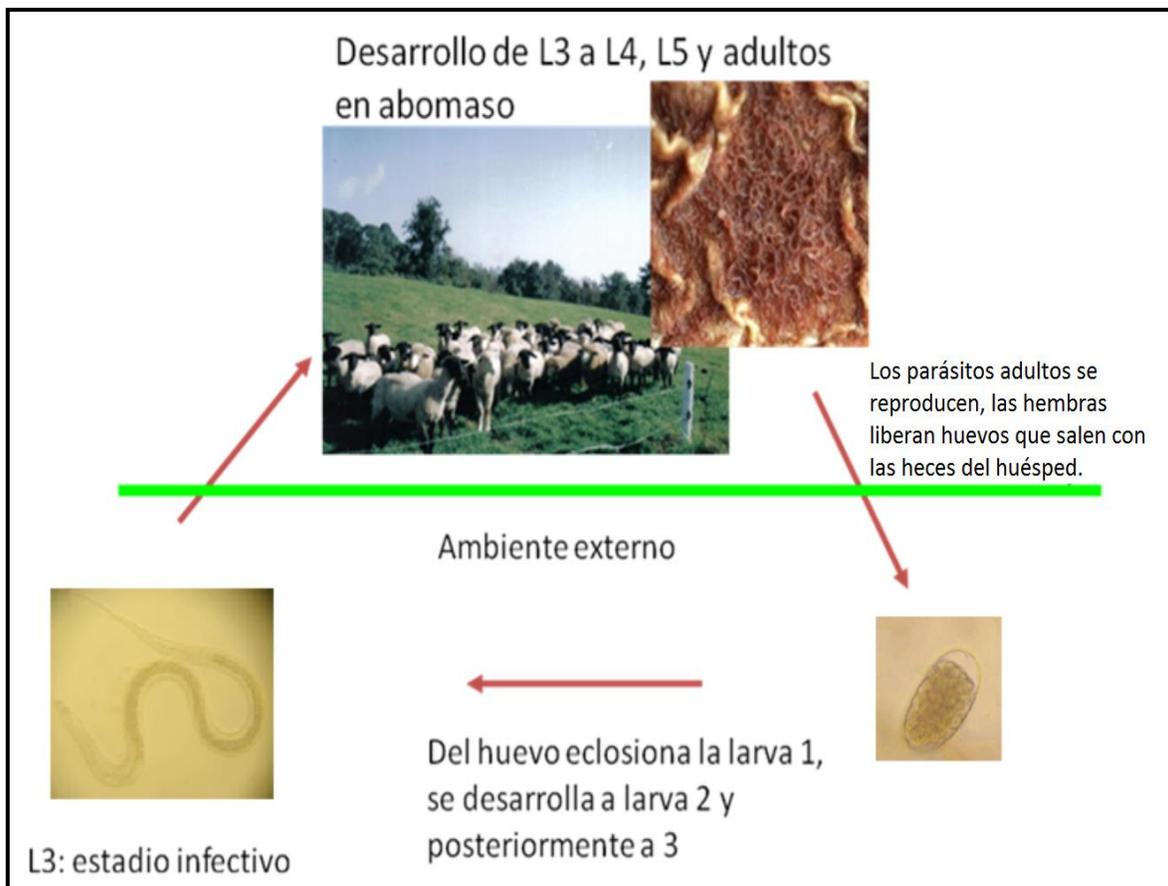


Figura 1. Ciclo biológico de tricostrongídeos. *Nematodirus* tiene un ciclo similar, sólo que la duración puede ser hasta de un año, el huevo es más grande puesto que la larva se desarrolla dentro hasta alcanzar la L₃, no eclosiona en larva 1.

La duración del ciclo biológico depende del estado fisiológico del huésped y de los factores ambientales, por ejemplo, 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, así las larvas infectantes se concentran en la primavera cuando hay corderos, por lo que la reproducción se limita a una generación por año (Bowman *et al.*, 2004).

Strongyloides papillosus se encuentra en el intestino delgado, sólo hay hembras partenogénicas, ahí depositan sus huevos embrionados. Los huevos salen con las heces; a 27°C, la L₁ eclosiona a las 6 horas de haber salido. Estas larvas pueden dar lugar a larvas infectivas o a larvas de vida libre por una o varias generaciones. En el caso de las larvas infectivas, después de la primera muda, la larva es muy parecida a la primera, excepto que el esófago es más largo y progresivamente pierde la forma rabditoide. La siguiente muda da lugar a la larva 3 con esófago filariforme, este proceso ocurre dos días después de que los huevos fueron puestos (Quiroz, 2006).

En el caso de las larvas de vida libre, el primer estado larvario muda y da lugar a la L₃ con esófago rabdiforme, después inicia la diferenciación sexual. La L₃ muda y origina la L₄, que muda y origina el adulto rabdiforme. A 34°C el desarrollo ocurre en 24 horas, sin embargo, a 15°C el desarrollo se detiene.

Los adultos, machos y hembras de vida libre, copulan y la hembra deposita huevos no embrionados con larvas semejantes a las de las formas parasitarias.

Las L₃ pueden infectar por vía oral o por vía cutánea a través de la piel o de los folículos pilosos (Quiroz, 2006).

Trichuris se localiza en el intestino grueso, los huevos salen con las heces, en condiciones favorables se desarrolla la larva dentro del huevo, la temperatura óptima es entre 25 y 28°C, en presencia de humedad y oxígeno. A 33°C la larva infectiva se desarrolla en 18 días y permanecen viables por más de un año (Quiroz, 2006).

Skrjabinema se encuentra en el intestino grueso. Las hembras depositan los huevos en los pliegues del esfínter anal durante la noche. Los huevos contienen a la larva infectiva al ser puestos, por lo que la infección ocurre al ingerir agua o alimentos contaminados. La larva eclosiona en el intestino delgado y emigra al intestino grueso. El adulto aparece entre 17 y 25 días después de la infección (Quiroz, 2006)

1.1.1.2 Distribución geográfica

Los diferentes géneros de tricostrongílidos tienen distribución geográfica cosmopolita; sin embargo, existen zonas donde predominan algunas especies; *Trichostrongylus* sp. y *Cooperia* sp predominan en regiones templadas, a diferencia de *Teladorsagia* sp y *Nematodirus* spp. que dominan en regiones templadas nórdicas y regiones subpolares; *Haemonchus* sp, *Strongyloides papillosus* así como *Oesophagostomum* sp, predominan en el regiones tropicales, entre los paralelos 30 Norte y Sur (Soulsby, 1994). Los nematodos *Haemonchus* sp., *Trichostrongylus* sp, *Cooperia* sp y *Oesophagostomum* sp son considerados importantes desde el punto de vista patológico y epidemiológico en diversas zonas geoecológicas, templadas y cálidas.

Skrjabinema ovis se ha identificado en ovinos de Asia y de América del Norte (Quiroz, 2006).

1.1.2 Huésped

En lo que se refiere al huésped, es fundamental conocer sus características, ya que en algunos momentos son más susceptibles a contraer infecciones parasitarias (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005).

1.1.2.1 Edad

Los corderos son más propensos a presentar una estrongilosis clínica debido a que su sistema inmune tarda en dar una respuesta efectiva contra los nematodos. Las ovejas mayores de un año son más resistentes que los animales más jóvenes ya que han estado expuestas anteriormente a una infección y su sistema inmune a nivel intestinal ya maduro (Colditz *et al.*, 1996); sin embargo, son portadores al eliminar huevos y contaminar las praderas (Walken-Brown y Lady, 2003) 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 vida libre y a su vez está relacionado con la contaminación de la pastura (Jørgensen *et al.*, 1998).

1.1.2.2 Periodo periparto

El aumento periparto ocurre dos semanas antes del parto hasta las seis semanas después del nacimiento, debido a que hay disminución inmunitaria temporal relacionada con los cambios endocrinos y pérdida de peso corporal por el aporte al feto durante la gestación o a la cría en lactación. En este fenómeno se incrementa el número de huevos en heces debido a la maduración de las fases larvarias (L₄) que hibernaron en la mucosa del tracto digestivo de las ovejas adultas. La producción de un alto 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) (Bowman *et al.*, 2004). Así, las ovejas en periodo periparto son una fuente de contaminación importante para los animales en pastoreo.

1.1.2.3 Raza

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, desarrolle mecanismos que impidan el establecimiento o desarrollo de los parásitos. Algunas razas son más susceptibles, por ejemplo, la Suffolk es una raza muy susceptible a contraer infecciones con NGI especialmente de *H. contortus* que ovejas de EUA de la costa del Golfo, las ovejas de raza Santa Inés de Brasil, Katahdin y Saint Croix y que la craza Dorper que a su vez es más susceptible que la raza Blackface escoces, la Sabi y que la Red Massai (Li *et al.*, 2001; Amarante *et al.*, 2004; Burke y Miller, 2002; Burke y Miller, 2004).

Actualmente el consenso general es que las razas de pelo, como la Red Massai, la Florida, St. Croix, Barbados Blackbelly y Navajo, son altamente resistentes a la infección en comparación con las razas Dorset, Suffolk y Hampshire, que su vez son más resistentes que las razas productoras de lana fina como la Rambouillet y Merino.

1.1.2.4 Estado Inmune

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 (Bautista, 2000).

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. La respuesta inmunitaria es la combinación de la complementaria de la respuesta celular y humoral (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005).

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 (Woolaston y Baker, 1996).

1.1.2.5 Estado nutricional

El estado nutricional 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, son resilientes ya que es la capacidad del huésped para contener, superar el parasitismo (Valderrábano *et al.*, 2002).

1.1.3 Ambiente

La transmisión de los nematodos está influenciada por las condiciones de precipitación, humedad relativa, temperatura, vegetación y hábitos de pastoreo entre otros factores.

La temperatura y la humedad son determinantes en el desarrollo y supervivencia larval, sin embargo, algunos estudios más profundos, refieren que el fotoperiodo, también juega un papel importante.

La humedad es el elemento más importante para los estados pre parasíticos, las larvas infectantes requieren una película de agua para moverse y subir a los pastos, el desplazamiento se favorece cuando hay rocío, niebla o después de la lluvia (Delgado *et al.*, 1982, Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005, Acevedo-Ramírez *et al.*, 2013).

La precipitación inferior a 50 mm mensuales ocasiona alta mortalidad de huevos, L₁ y L₂, la L₃ es más resistente. Los huevos y larvas de *Cooperia*, *Bunostomum* y *Oesophagostomum* tienen poca resistencia a la desecación y no resisten periodos cortos de sequía (Crofton, 1971).

La temperatura influye en el desarrollo y supervivencia de los huevos y larvas de los nematodos. Las temperaturas inferiores a 9°C retrasan el desarrollo larvario y permiten que las L₃ conserven sus reservas de energía, favorece así, su supervivencia en el suelo. Conforme incrementa la temperatura se acelera el desarrollo y la motilidad de las larvas, en consecuencia consumen sus reservas más rápido. Las heladas y temperaturas mayores a 35°C, ocasionan mortalidad de larvas (Fiel y Steffan, 1999).

En zonas templadas los huevos se desarrollan con mayor facilidad, cuando las temperaturas altas coinciden con la lluvia, 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 (Barger, 1999), por ejemplo, *H. contortus* se ha encontrado 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 (Eysker *et al.*, 2005).

Los huevos sobreviven hasta por 14 meses, ya que permanecen 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) (Fiel y Steffan, 1999), por ejemplo, *Teladorsagia*, *Ostertagia* y

Nematodirus están adaptados a climas fríos, *Cooperia* y *Trichostrongylus* a climas templados. *Trichostrongylus colubriformis* y *Teladorsagia circumcincta* resisten la desecación y bajas temperaturas por lo que son las especies dominantes en las regiones templadas y frías de más allá de los 40° de latitud, sin embargo, se han identificado en México (Acevedo-Ramírez *et al.*, 2013). *Nematodirus* es esencialmente de clima frío, sin embargo, se le ha identificado en regiones de clima subtropical (Hueytamalco, Puebla) y templado (Ajusco, D.F., Tres Marías, Morelos) (Ramírez, 1983, Acevedo-Ramírez *et al.*, 2013).

1.2 Diagnóstico

1.2.1 Análisis coproparasitológico

El diagnóstico de la presencia parásitos gastrointestinales puede basarse en los signos clínicos y subclínicos, sin embargo, se realizan pruebas coproparasitológicas para confirmar la existencia de huevos mediante la técnica de flotación que se sustenta en las diferencias de densidad de los huevos y larvas. La mayoría de huevos de tricostrongilidos son muy similares por lo cual es difícil realizar una identificación, por ello se preparan cultivos de huevos a partir de heces, para que las larvas eclosionen y alcancen la etapa infectiva (L₃) (Hendrix, 1999).

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* es de 600-800 huevos diarios; *Cooperia*, *Teladorsagia* y *Trichostrongylus* tienen una producción baja con 200 huevos al día; *Nematodirus* produce 50 huevos o menos (Reinecke, 1984).

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 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 (Tarazona, 1986). El conteo de huevos es 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.

Los huevos son muy similares por lo que para determinar la especie se recomienda realizar cultivos larvarios para identificar géneros a través de la L₃ (Eysker *et al.*, 2005).

1.2.2 Índice FAMACHA

Además del diagnóstico mediante la observación de huevos, se emplean otras técnicas adicionales que complementan el diagnóstico, uno de ellos es el índice FAMACHA.

El método FAMACHA© constituye una herramienta útil y práctica para la identificación de anemia como consecuencia de una elevada infección con *Haemonchus*. El método FAMACHA© fue desarrollado originalmente en Sudáfrica y se basa en la identificación de los animales con anemia clínica, mediante la inspección de la mucosa ocular debido a la presencia de *Haemonchus spp.* Este método se ha validado en disímiles condiciones en varios países (Arece y López, 2013).

El índice va de 1 a 5, donde el 1 es bueno, sin anemia y el 5 es una mucosa pálida que puede indicar la presencia de anemia, en este caso muy probablemente debida a parásitos hematófagos (figura 2).



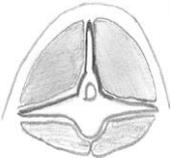
Figura 2. Tarjeta FAMACHA.

Cualquier ovino que se vuelve claramente anémico (con categorías 4 o 5 y los casos dudosos de la categoría 3) deberán ser tratados con un antiparasitario (Torres et al., 2011) por lo que el uso de la tarjeta puede constituir un criterio para llevar a cabo la desparasitación.

1.2.3.1 Condición corporal (CC)

La condición corporal (CC), es una medición subjetiva del estado físico y nutricional de los animales. Consiste en palpar la región lumbar a la altura de los riñones para determinar el grado de cobertura de grasa de las apófisis transversas de las vértebras, la profundidad de los músculos del lomo y la cobertura grasa de los mismos (Cuadro 2) (Felice, 2013).

Cuadro 2. Condición corporal de ovinos (Modificado de Felice, 2013).

CC	Apófisis espinosa	Músculos del lomo	Apófisis transversas	Imagen
1 Muy mala	Puntiagudas, descarnadas, notables a la palpación. Se distingue espacio entre ellas.	Deprimidos, sin cobertura de grasa. Se palpa piel y huesos.	Agudas, los dedos perciben extremos afilados; pasan con facilidad por debajo palpando la cara inferior de las mismas.	
2 Mala	Prominente pero suave. Dificultad en palpar las apófisis individuales.	Rectos, poca cobertura de grasa subcutánea.	Suaves, redondeadas. Para palpar la cara inferior se debe de ejercer una ligera presión.	
3 Normal	Se perciben pequeñas elevaciones suaves y redondeadas.	Llenos, de forma redondeada, moderada cobertura de grasa.	Se tocan solo ejerciendo presión, son suaves y están cubiertas.	
4 Gorda	Al ejercer presión se detectan como línea o cordón duro entre los músculos del lomo.	Buena cobertura de grasa.	Imposible palpar los extremos de la misma.	
5 Muy gorda	Imposible aunque se ejerza presión.	Muy llenos con abundante cobertura de grasa.	Imposible palpar aunque se ejerza presión.	

1.3 Control

En la mayoría de las unidades productivas, el tratamiento, prevención y control se basan en el empleo de antihelmínticos como los bencimidazoles, los imidazotiazoles y las lactonas macrocíclicas. Éste último grupo muestra un efecto residual, por ejemplo, la ivermectina administrada a ovinos por vía intravenosa tiene una vida de 40 horas, aunque la vida varía según la 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 esta entre 50 y 74% (Sumano y Ocampo, 1997).

La aplicación reiterada, la subdosificación y debido a que en rara ocasión se hace un diagnóstico previo para detectar cuál es la prevalencia parasitaria y así establecer un tratamiento adecuado han ocasionado la selección de poblaciones

de nematodos resistentes a los antihelmínticos, convirtiéndose en un problema emergente (Figuroa y Acevedo, 2011). 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 estos 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 (López, 2000).

El primer caso de resistencia a tiabendazol se describió en 1968, al levamisol en 1975 y a las ivermectinas en 1985 (Gray, 1995). En el mundo se han identificado ovejas con nematodos resistentes a antihelmínticos, ejemplos, son Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Hoy es común encontrar resistencia múltiple en EUA, algunas áreas de México y Costa Rica, aunque hay muchos sitios que aún no han sido descritos. La evidencia sugiere que la resistencia antihelmíntica es un fenómeno creciente (Molento *et al.*, 2011).

Actualmente hay poblaciones de NGI de las especies *H. contortus*, *T. circumcincta*, *Trichostrongylus spp* y *Cooperia spp* resistentes. En México se han identificado casos de *Haemonchus* resistentes a los bencimidazoles (Campos *et al.*, 1992; García, 2003; Torres *et al.*, 2003) y a la ivermectina (Torres *et al.*, 2003; Montalvo *et al.*, 2003).

Por tal razón, es fundamental conocer la población y variación parasitaria con la finalidad de establecer medidas de control eficaces que promuevan una disminución de la administración de fármacos, sea redituable para los productores y además disminuya los efectos colaterales en los animales y el ambiente.

1.3.1 Desparasitación selectiva

La desparasitación debe ser estratégica cuando las condiciones son las más favorables para el desarrollo larval en la pastura y selectiva, es decir, desparasitar únicamente a los animales que realmente lo requieran, por ello, es fundamental realizar análisis coproparasitoscópicos para identificar a aquéllos que tengan una carga superior a 1000 hpgh que son los candidatos a desparasitar. Se ha demostrado que apenas el 30 % del rebaño posee más del 90 % de la carga parasitaria (Barger, 1985), por lo que se reduce en gran medida la administración de medicamentos.

En un rebaño de ovinos la mayoría de los animales tienen pocos parásitos, mientras que solo una pequeña cantidad de ellos poseen altas cargas parasitarias. Este pequeño número de animales son los que generalmente presentan signos clínicos de parasitosis, y son los únicos que deberían ser desparasitados Torres *et al.* (2009).

Por otra parte, la nutrición es fundamental por lo que en la medida de lo posible, se puede promover que se mejore, siempre que un animal este bien alimentado, tendrá un sistema inmunológico más desarrollado y por tanto, las infecciones parasitarias tendrán menor impacto negativo.

1.4 Antecedentes epidemiológicos en México

En zonas templadas de México se han realizado varios estudios para determinar la frecuencia de NGI de ovinos bajo circunstancias particulares, algunos estudios se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Nematodos gastrointestinales de ovinos de zonas templadas de México.

Localidad	Fecha	Raza	Géneros	Observaciones adicionales
Parres, D.F.		Criollas	<i>Haemonchus</i> (51.3%), <i>Trichostrongylus</i> (4.8%), <i>Cooperia</i> (10.8%), <i>Ostertagia</i> (11.4%), <i>Bunostomum</i> (7.7%) y <i>Oesophagostomum</i> (7.7%).	(Andrade, 1970).
Ajusco, D.F.		Criollos con pastoreo extensivo	<i>Haemonchus</i> , <i>Bunostomum</i> , <i>Nematodirus</i> , <i>Trichostrongylus</i> , <i>Oesophagostomum</i> , <i>Ostertagia</i> y <i>Cooperia</i> .	(Ramírez, 1983).
Villa del Carbón, Estado de México		Rambouillet	<i>Haemonchus</i> (46%), <i>Cooperia</i> (25%), <i>Ostertagia</i> (15%), <i>Oesophagostomum</i> (6%), <i>Bunostomum</i> (5%) y <i>Trichostrongylus</i> (3%),	Elevación en verano y otoño y una baja considerable en invierno (Acosta, 1970).
Tlaxcala.	Junio-septiembre de 1991.	Criollos	85% positivas a <i>Eimeria</i> spp: <i>E. ovina</i> , 45.55 %, <i>E. ashata</i> , 11.86%, <i>E. ovinoidalis</i> , 8.86%, <i>E. faurei</i> 5.88%, <i>E. parva</i> 7.23%, <i>E. granulosa</i> 6.96%, <i>E. pallida</i> , 4.04%, <i>E. ninahohlyakimovae</i> 3.39%, <i>E. crandallis</i> , 2.74%, <i>E. punetata</i> , 1.14%. De 498 -3333 opg. 68.12% positivo a huevos de estrombilidos, 30% <i>Strongyloides papillosus</i> , 9.31 % <i>Trichuris</i> spp, 8.75% <i>Nematodirus</i> spp, 21.25% <i>Diasocaulus</i> , 5% <i>Muellerius capillaris</i> , 19.37% <i>Fasciola hepatica</i> . <i>Haemonchus</i> spp 40%, <i>Trichostrongylus axei</i> 25%, <i>Ostertagia</i> spp 11.7%, <i>Oesophagostomum</i> spp 9.7%, <i>Cooperia</i> spp 4.5%, <i>Bunostomum</i> spp 2.5%, <i>Nematodirus battus</i> 2%, <i>Strongyloides papillosus</i> 1.5% y <i>Nematodirus spathiger</i> 1%.	(George y Quiroz, 1993)
Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agro-Silvo-Pastoril (CEIEPASP), Chapa de Mota, Estado de México.	Febrero - noviembre de 1996	- 250 ovinos, en corrales con piso de cemento.	Prevalencia de NGI 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. Promedio de 58.5 hpgh (4.8-100).	(Méndez et al., 1997).
Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción	Febrero - mayo de 1992	- Suffolk	<i>Haemonchus</i> (64), <i>Teladorsagia</i> (22%), <i>Trichostrongylus</i> (12%) y <i>Trichuris</i> (2%).	(Téllez, 1993)
		Rambouillet et	<i>Haemonchus</i> (82%), <i>Teladorsagia</i> (12%), <i>Trichostrongylus</i> (15%) y	(Figueroa, 1993)

Ovina, (CEIEPO), Tres Marías, Morelos.	Enero -junio de 1995.		<i>Trichuris</i> (3%). <i>Haemonchus</i> (94%), <i>Teladorsagia</i> (6%)	(Fattel, 1993)
	Mayo de 2004–junio de 2005.	Suffolk y Dorset	<i>Haemonchus</i> , <i>Teladorsagia</i> , <i>Cooperia</i> , <i>Oesophagostomum</i> , <i>Nematodirus</i> y <i>Strongyloides</i> .	<i>Trichostrongylus</i> , <i>Bunostomum</i> , Estación seca: mayor hpgh debido al incremento preiparto. Las ovejas Suffolk tuvieron hpgh mayores que las Dorset (Acevedo- Ramírez <i>et al.</i> , 2013).
		Criollas		Incremento periparto en ovejas (Alba <i>et al.</i> , 1986).
Huixquilucan, Estado de México.		Suffolk		Periodo periparto (Farías, 1988).

Como se mencionó, sólo una proporción baja de ovinos tiene una carga parasitaria elevada, sin embargo, para identificarlos es necesario realizar diagnóstico y así desarrollar estrategias de desparasitación selectiva que permiten el aumento de las poblaciones de parásitos susceptibles a los antihelmínticos, así como la disminución de los costos por tratamiento y una mayor eficiencia y sustentabilidad en la estrategia de controlen las cuales los tratamientos antiparasitarios se destinan exclusivamente a los animales que realmente los requieren (Torres-Acosta y Hosté, 2008).

Por lo anterior, se han empleado criterios para decidir a qué animales se les debe tomar una muestra de heces, una alternativa es la utilización conjunta de la técnica FAMACHA y la condición corporal. Con un valor de FAMACHA[©] de 4 o 5 y una condición corporal menor que 2, se toman muestras que se analizan en el laboratorio y a partir de la determinación del número de huevos por gramo de heces (HPG), se confirma o se descarta la desparasitación. Los animales con un HPG mayor que 750 se desparasitarán, lo cual reduce el número de animales a tratar (Medina *et al.*, 2014).

De esta forma, es indispensable contar con información local para lograr realizar un control integral con la finalidad de disminuir el impacto negativo de los parásitos, mejorar la vida animal, con la producción de proteína animal de calidad, con el menor daño ambiental y promover una mejor nutrición y salud humana.

JUSTIFICACIÓN

Los parásitos gastrointestinales son frecuentes en los ovinos, la forma más común de controlarlos es la administración de desparasitantes sin realizar diagnósticos previos por lo que los tratamientos en muchas ocasiones no son los adecuados o en otras ocasiones, se da el mismo seguimiento sin importar el área geográfica en la que se encuentren. Debido a lo anterior, es indispensable tener información local sobre la población y variación parasitaria con la finalidad de realizar un programa de control parasitario integral que sea redituable para el productor y la salud animal y ambiental.

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

OBJETIVO GENERAL:

*Registrar la frecuencia, intensidad y variación de la carga parasitaria de nematodos gastrointestinales en ovinos de Temascaltepec, Estado de México durante la temporada de sequía.

Objetivos específicos:

*Medir la frecuencia, intensidad y variación de nematodos gastrointestinales en ovinos de Temascaltepec, Estado de México durante la temporada de sequía.

*Identificar los géneros de nematodos gastrointestinales de ovinos en Temascaltepec, Estado de México.

*Medir la eficacia de la administración del desparasitante antihelmíntico.

*Identificar la relación entre conteo de huevos, FAMACHA y condición corporal.

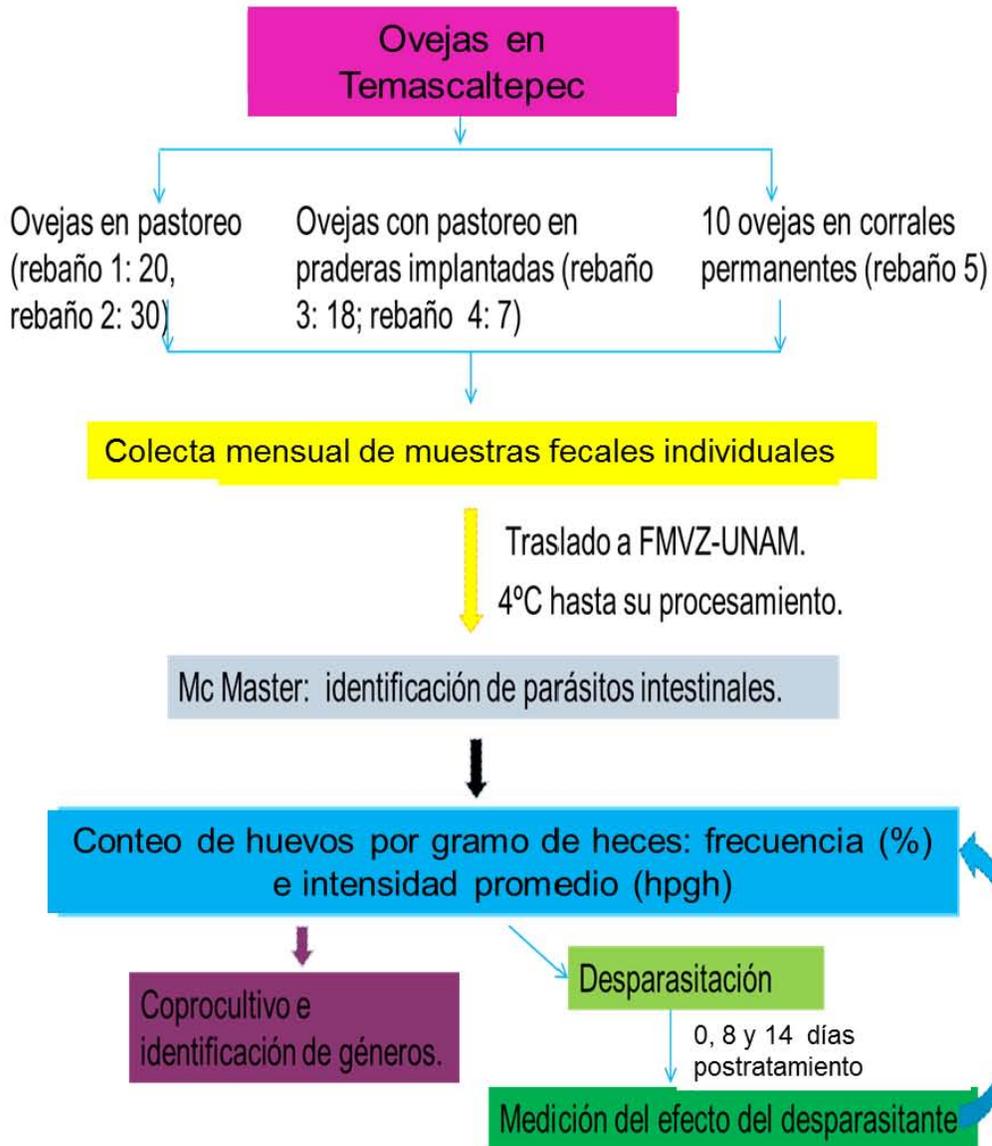
HIPÓTESIS

Dado que Temascaltepec, Estado de México es una región templada húmeda, las condiciones ambientales permiten el óptimo desarrollo de los nematodos gastrointestinales, por lo que la frecuencia será del 100%, en tanto que la intensidad estará directamente relacionada con el manejo del rebaño.

Con la administración del desparasitante, la intensidad de huevos por gramo de heces disminuirá al menos 95%.

El conteo de huevos está directamente relacionado con el índice FAMACHA y la condición corporal, de tal manera que al incrementar el conteo de huevos, incrementa el índice FAMACHA y disminuye la condición corporal.

2. ESTRATEGIA EXPERIMENTAL



3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Sitio de estudio.

El estudio se realizó en la localidad Comunidad, ubicada en el municipio de Temascaltepec, Estado de México. El municipio de Temascaltepec se encuentra en la porción oeste de Estado de México y colinda al norte con los municipios de Valle de Bravo, Amanalco de Becerra y Zinacantepec; al sur con Texcaltitlán, San Simón de Guerrero y Coatepec Harinas; al este con Zinacantepec; y finalmente al oeste con Tejupilco, Zacazonapan. El municipio de Temascaltepec cuenta con una superficie de 547.5 Km² se localiza al sur del Estado de México, a 66 Km. al suroeste de la ciudad de Toluca, con las coordenadas geográficas de 99° 48'50'' - 100° 14'20'' longitud O, y 18° 58'43'' - 19° 13'54'' latitud N a una altura media sobre el nivel del mar de 2,250 metros.

El clima es Cw templado subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C con precipitación pluvial de 800 a 1,200 mm.

Se encuentra sobre la cadena montañosa prolongación del volcán Nevado de Toluca, con vegetación de bosque de pino (<http://temascaltepec.gob.mx/sites/temascaltepec.gob.mx/files/files/PDM2013.pdf>). (figura 3).

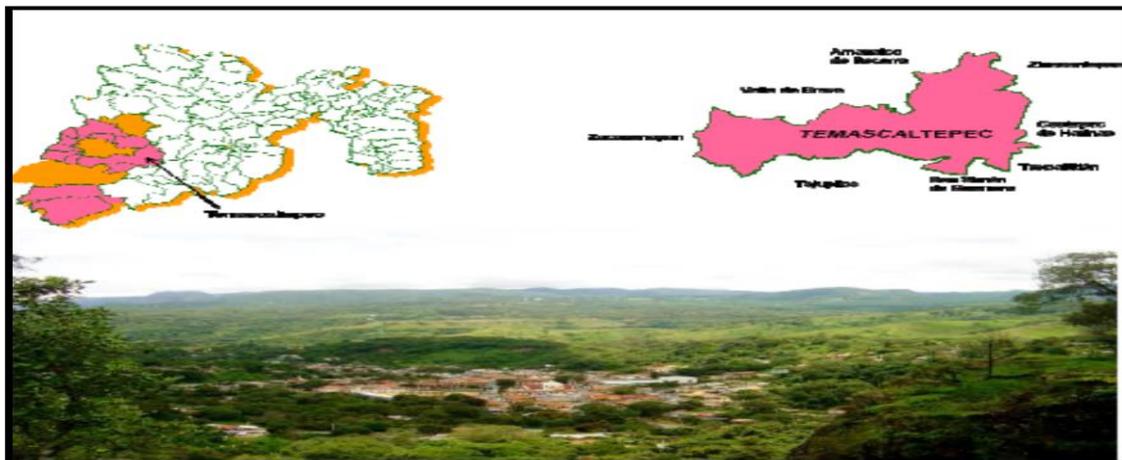


Figura 3. Localización geográfica de Temascaltepec, Estado de México.

3.2 Animales.

Se emplearon cinco rebaños de ovinos, hembras adultas de entre 1 y 5 años, clínicamente sanas. Todas estuvieron gestantes con pariciones de diciembre a abril:

*Dos rebaños con pastoreo extensivo en el bosque y estabulación nocturna:

1)18 ovejas: ovejas criollas, en ocasiones se les da suplemento de rastrojo de maíz o esquilmos de la región consistentes en calabaza, papa, chícharo, etc. (figura 4).



Figura 4. Rebaño 1.

2)25 ovejas: criollas, con pastoreo en el bosque (figura 5).



Figura 5. Rebaño 2.

*Dos rebaños con manejo semi intensivo con pastoreo en praderas implantadas, estabulación nocturna y con suplementación alimenticia:

3)16 ovejas: pastoreo en una pradera implantada con suplementación a base de concentrados, esquilmos de chícharo, papa y maíz. A principios de febrero hubo un brote de sarna, por lo que se les administró ivermectina (200 $\mu\text{m}/\text{Kg}$ de peso vivo). Se tomaron muestras a los 7, 14 y 28 días pos tratamiento (diagnóstico y tratamiento del Técnico a cargo del rebaño) (figura 6).

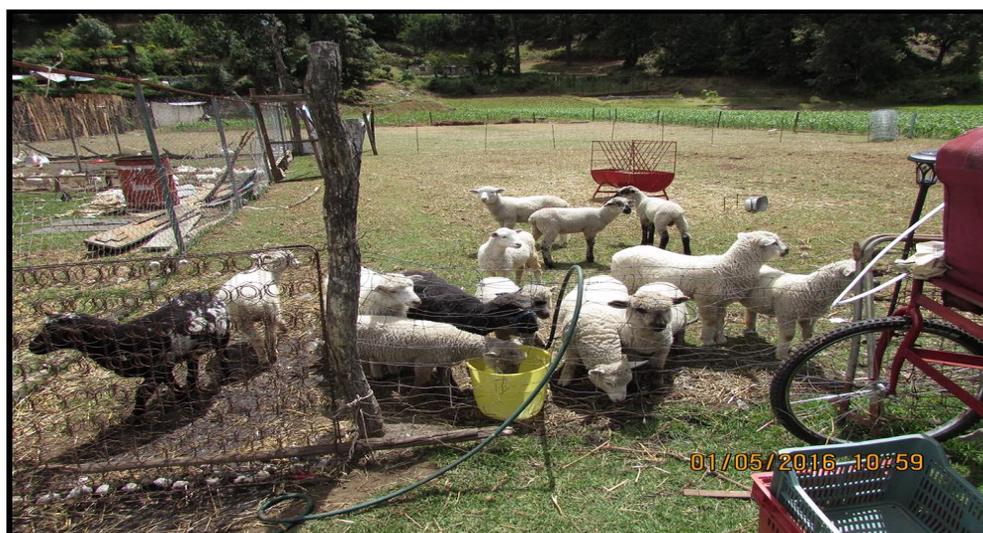


Figura 6. Rebaño 3.

4) 7 ovejas: pastoreo de entre 3 y 5 horas en una pradera, sin rotación ni descanso de la misma, alimentación con base en avena y maíz picado (figura 7).



Figura 7. Rebaño 4.

Por último se estudió un rebaño con manejo intensivo, estabulación permanente:

5) Diez ovejas: raza Suffolk, con alimentación a base de concentrado. Desparasitación frecuente, a veces cada tres meses con ivermectina (figura 8).



Figura 8. Rebaño 5.

3.3 Técnicas parasitológicas.

Las muestras fecales se colectaron directamente del recto en bolsas de plástico individualmente cada mes, durante la época de sequía (diciembre de 2015 a mayo de 2016). Las muestras fueron etiquetadas y trasladadas en hieleras al laboratorio de Parasitología de la FMVZ-UNAM. Se mantuvieron en refrigeración a 4°C hasta su procesamiento. Se realizó la técnica de Mc Master, se identificaron los huevos de nematodos gastrointestinales (NGI) y se realizó el conteo. Con las heces positivas a huevos de NGI se realizó coprocultivo. 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 10 días y se oxigenaron diariamente (Liébano, 1989). A los 10 días, se recolectaron las larvas de tercer estadio (L₃) por medio de la técnica de migración larvaria durante 24 horas. Las larvas emigraron de las heces y por gravedad pasaron a través de un tamiz, se sedimentaron en el fondo del embudo y se tomaron las primeras gotas (Thienpont *et al.*, 1979). Se tomó una gota del líquido recolectado del embudo de Baermann y se colocó una gota de lugol para fijar las L₃. Mediante la observación microscópica se realizó la identificación taxonómica de los diferentes géneros de NGI (Niec, 1968; Anónimo, 1971; Vega y Romero, 1983; van Wyk, *et al.*, 2004).

Se revisaron los registros de precipitación pluvial y de temperatura del Estado de México.

3.3.1 Diseño experimental

El estudio fue observacional, longitudinal, se realizó en el periodo noviembre de 2015 a junio de 2016, la colecta de muestras se hizo aproximadamente cada 30 días para obtener la frecuencia e intensidad de NGI.

La tarjeta FAMACHA se empleó mediante la inspección de la mucosa ocular y se midió la Condición Corporal (CC).

A partir de marzo, los animales fueron pesados mensualmente con una báscula digital.

En febrero, a todas las ovejas del rebaño 3 se les administró ivermectina en una dosis de 200 µg/ kg de peso vivo debido a la presencia de sarna. Para medir la eficacia del tratamiento, se colectaron muestras fecales a los 8 y 14 días postratamiento (Coles *et al.*, 2006).

Con la finalidad de reducir la carga parasitaria de NGI, se realizó desparasitación selectiva con fenbendazol al 12%, vía oral, en una dosis de 10 mg/kg de peso vivo. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró desparasitante en mayo y el rebaño 3 fue desparasitado en junio. Para medir la eficacia del desparasitante, se colectaron muestras el día de la administración del desparasitante y a los 8 y 14 días postratamiento (Coles *et al.*, 2006).

El esquema general del diseño fue el siguiente:

		Periodo de estudio									
		n	N	E	F	M	A	M	J	J	
		Exámenes coprológicos									
		Coprocultivos									
				FAMACHA y CC							
					Pesaje de ovejas						
G1	18							Fenbendazol			
G2	25							Fenbendazol			
G3	16			Ivermectina					Fenbendazol		
G4	7							Fenbendazol			
G5	10										

3.4 Análisis estadístico.

Se realizó el conteo de huevos por gramo de heces (hpgh), se obtuvo la frecuencia (porcentaje de muestras positivas) e intensidad media (promedio de huevos de las muestras positivas) (Eckert *et al.*, 1984). De la intensidad media en la eliminación de huevos, se obtuvo la desviación estándar. Del coprocultivo, se contaron 100 larvas y se obtuvo el porcentaje de géneros identificados.

Para medir la eficacia del desparasitante se calculó la media aritmética y se obtuvo el porcentaje de reducción de la siguiente forma (Coles *et al.*, 1992):

$100(-X_t/X_c)$ donde t es el grupo tratado, es decir a los 8 días postratamiento y el X_c es el grupo antes de la administración del desparasitante.

Para determinar la sospecha de resistencia según Coles *et al.*, (1992) se considera que hay resistencia cuando se presenta alguno de los siguientes puntos:

- 1) El porcentaje de reducción es menor al 95%.
- 2) El 95% del nivel de confianza es menor de 90%.

Sí solo se observa uno de los puntos anteriores se puede sospechar resistencia.

Se evaluaron los cambios de en la frecuencia y la intensidad de la parasitosis mediante el conteo de huevos a través del tiempo. Debido a que el conteo no cumplió con la distribución normal y homogeneidad de varianza, se utilizó el procedimiento GENLIN del SPSS con la subrutina de las ecuaciones de estimación generalizada.

El modelo incluyó los efectos de rebaño y el de medición. El efecto de sujeto fue el animal (oveja). Se empleó la distribución de probabilidad de Poisson y la estructura de la matriz de correlación fue autorregresiva de orden 1 AR(1). Para el estudio de la frecuencia se utilizó el modelo anterior, la distribución de probabilidad binomial y la función LINK logit. No se realizaron comparaciones

entre rebaños, sin embargo, se utilizaron contrastes de mediciones repetidas para evaluar las mediciones realizadas.

Se empleó el coeficiente de correlación de Spearman para identificar correlación entre precipitación pluvial y hpgh y temperatura y hpgh; así mismo se obtuvo la correlación entre el peso, la condición corporal, y FAMACHA (Daniel, 2004) con el conteo de huevos (hpgh). Para las correlaciones, sólo se emplearon datos con conteos de mayores de cero.

4. RESULTADOS

En los cinco rebaños se identificaron nematodos gastrointestinales (figura 9).

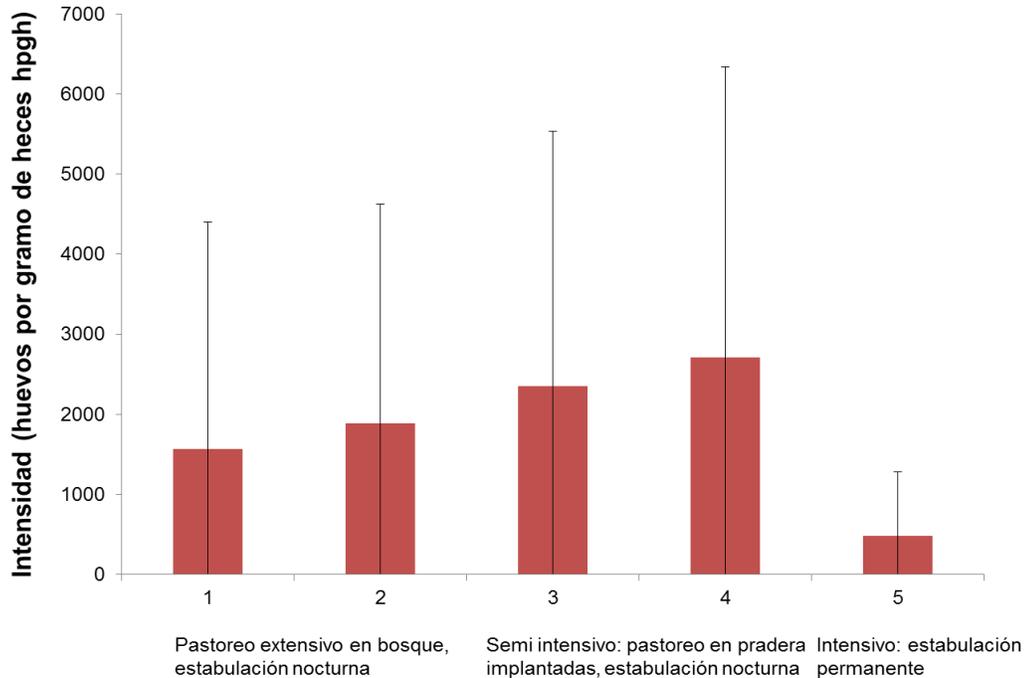


Figura 9. Intensidad de nematodos gastrointestinales en ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México.

La frecuencia de nematodos gastrointestinales fue del 30 al 100% y con una intensidad de 0 a 8914 hpgh con un mínimo de 0 y un máximo de 15,600 hpgh. La intensidad fue variable en los rebaños. Los rebaños 4 y 5 durante todo el periodo de estudio mantuvieron una frecuencia de 100% sin embargo, la intensidad del rebaño 5 fue inferior a 1000 hpgh. Por otra parte, el rebaño 4 presentó la intensidad mayor alcanzando conteo de 15,600 hpgh en febrero. En mayo, el rebaño 2 tuvo un pico de excreción superior a todos los demás.

Durante el periodo de estudio, las ovejas estuvieron en la última parte de la gestación, parto y lactancia, por lo que se presentó el fenómeno periparto, reflejado con un incremento de hpgh principalmente en febrero y mayo (figura 10).

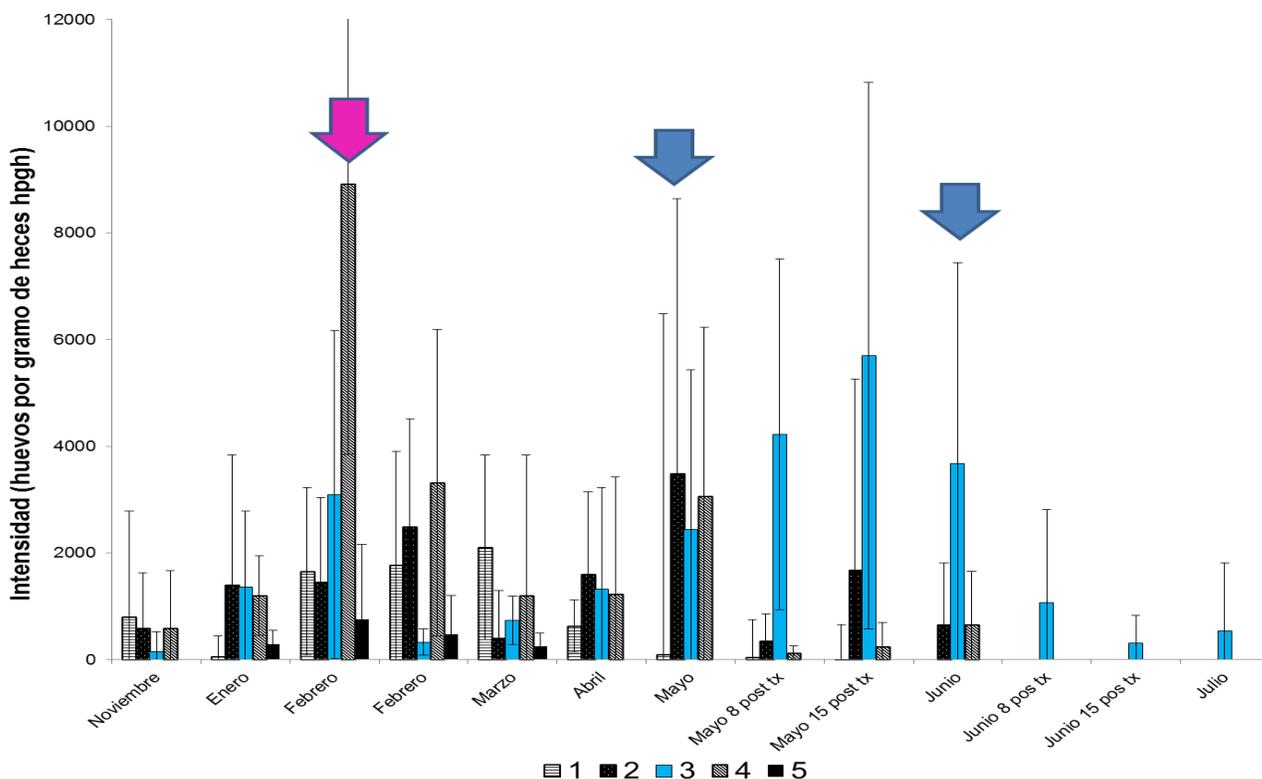


Figura 10. Intensidad de huevos de nematodos gastrointestinales en ovejas en Temascaltepec, Estado de México. Las flechas indican tratamiento. Al rebaño 3 se le administró ivermectina en febrero. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo y al rebaño 3 en junio.

Los géneros identificados en todos los rebaños fueron *Haemonchus* (49%), *Trichostrongylus* (21%), *Cooperia* (20%), *Chabertia ovina* (8%). *Teladorsagia* (1.85) se registró en los rebaños 1, 2, y 3 y *Oesophagostomum* (0.2%) sólo se encontró en el rebaño 2 (figuras 11 y 12).

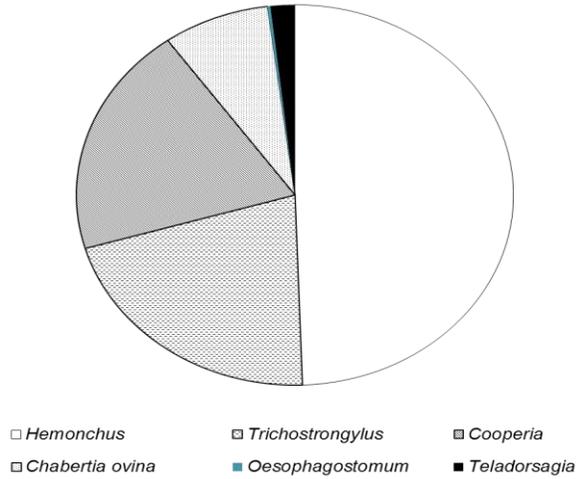


Figura 11. Géneros de nematodos gastrointestinales identificados en ovejas en cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México.

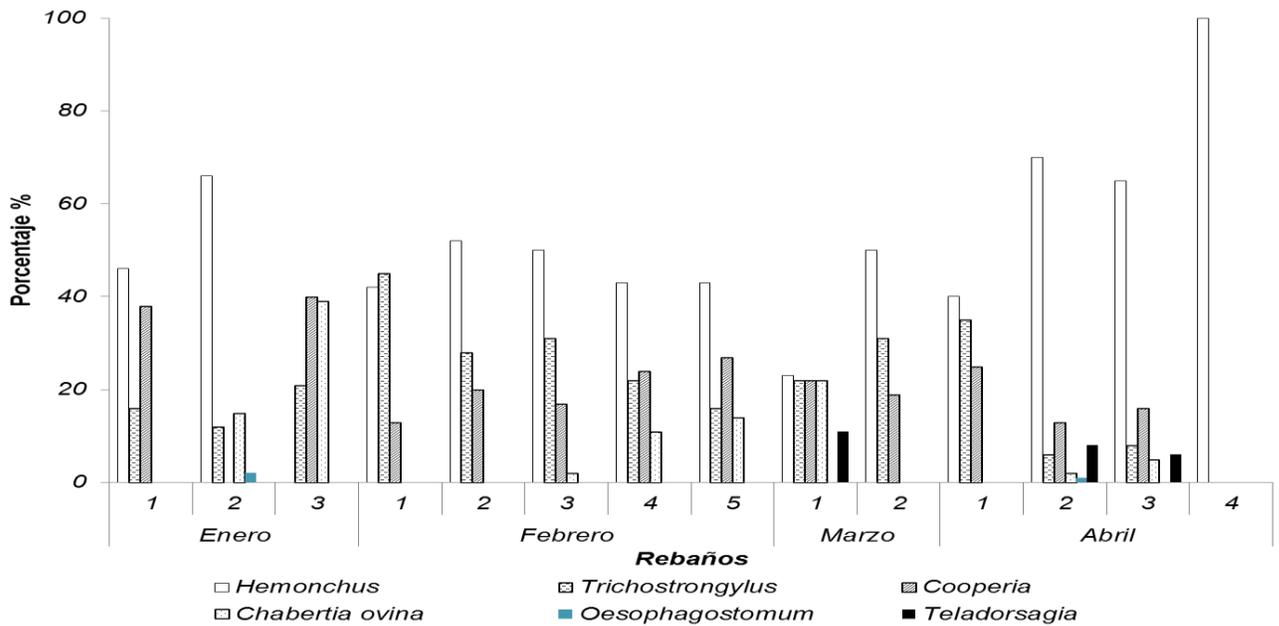


Figura 12. Géneros identificados a través de larvas 3 (L₃) de nematodos gastrointestinales de ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México.

En los rebaños 1, 2 y 3 se observaron huevos del género *Nematodirus* (figura 13).

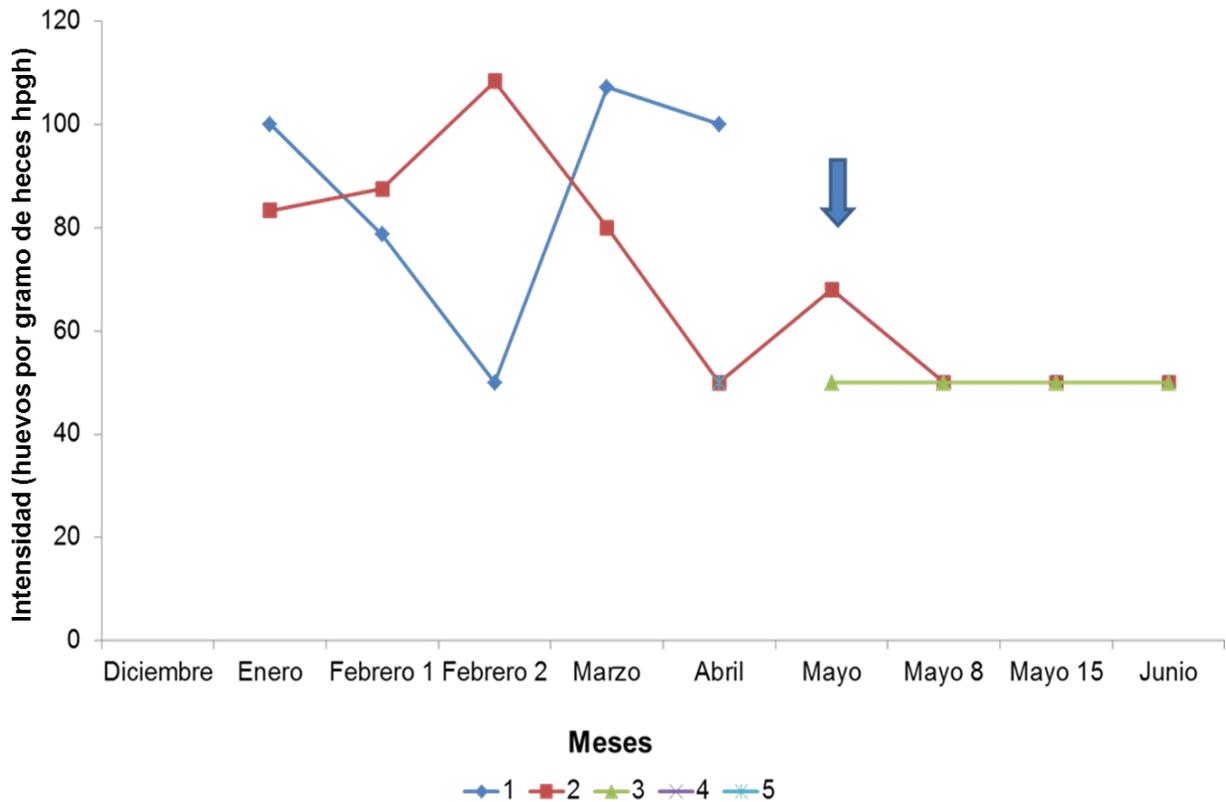


Figura 13. Intensidad de huevos de nematodos gastrointestinales del género *Nematodirus spp.* en ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo y al rebaño 3 en junio.

Se identificaron huevos del género *Trichuris spp.* en todos los rebaños, con una frecuencia de entre el 5-10% y una intensidad de 50 a 75 hpgh (figura 14).

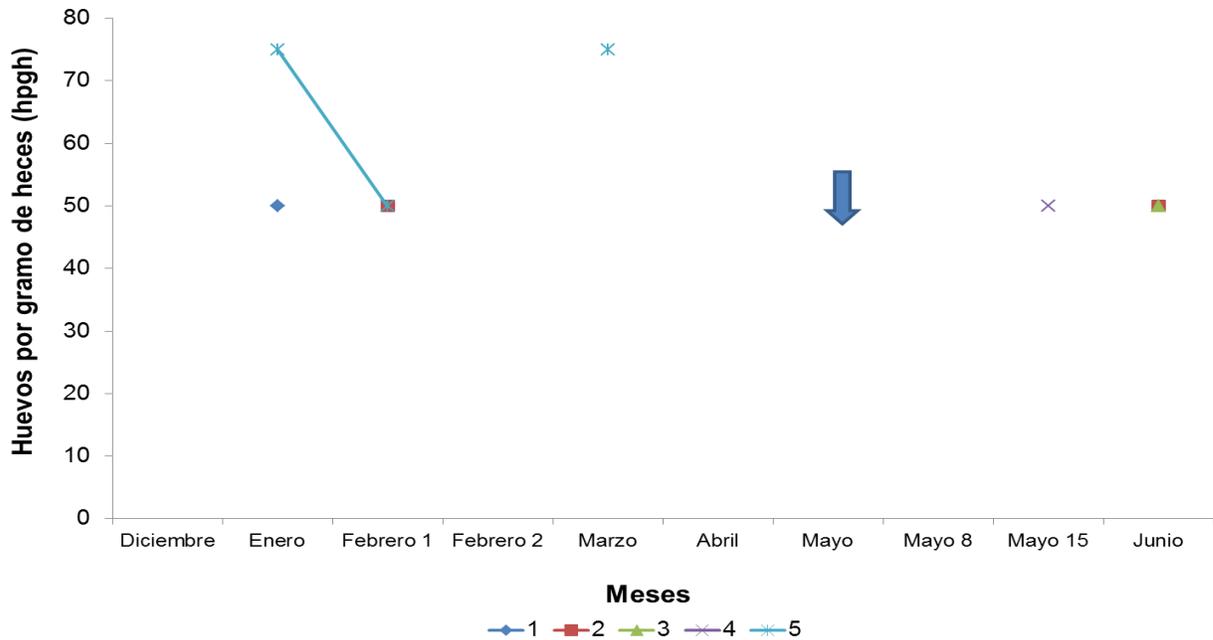


Figura 14. Intensidad de huevos de *Trichuris spp.* en ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo y al rebaño 3 en junio.

Todos los animales de los rebaños 1, 2, 3 y 4 fueron desparasitados ya que tuvieron cargas superiores a 1000 hpgh. Después de la administración de fenbendazol en mayo, se redujo la cantidad de hpgh en todos los rebaños, sin embargo, en junio se registró un ascenso en el hpgh, lo que indicó reinfección.

En el rebaño 3, después de la administración de ivermectina se redujo la intensidad, sin embargo, no se identificó efecto residual, ya que al día 14, el porcentaje de reducción fue del 44%, posteriormente hubo reinfección, de tal forma que el hpgh se mantuvo en ascenso (Cuadro 4).

Cuadro 4. Reducción de huevos después de la administración de desparasitante antihelmíntico.

Rebaño	Tricostrongídeos		<i>Nematodirus</i>	
	Día 8 %	Día 14 %	Día 8%	Día 14%
1*	92	93		
2*	86	44	26.3	26.3
3**	89	88		
3*	82	94		
4*	96	92	0	0

*Fenbendazol (10 mg/kg); **Ivermectina (200 µg/kg)

El registro de la precipitación pluvial y temperatura de la temporada se muestran en la siguiente figura 15.

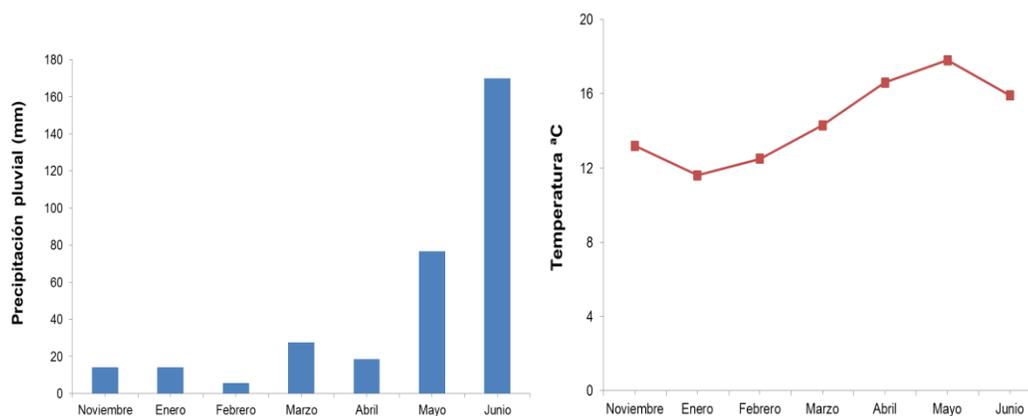


Figura 15. Registro de la precipitación pluvial y temperatura del Estado de México durante noviembre de 2015 a junio de 2016 (CONAGUA, 2016).

El índice FAMACHA inició con números altos, la mayoría entre 3 y 4, sin embargo, a fines del estudio, el índice FAMACHA disminuyó entre 2-3. En todos los rebaños se observó una coloración de la mucosa más intensa (figura 16).

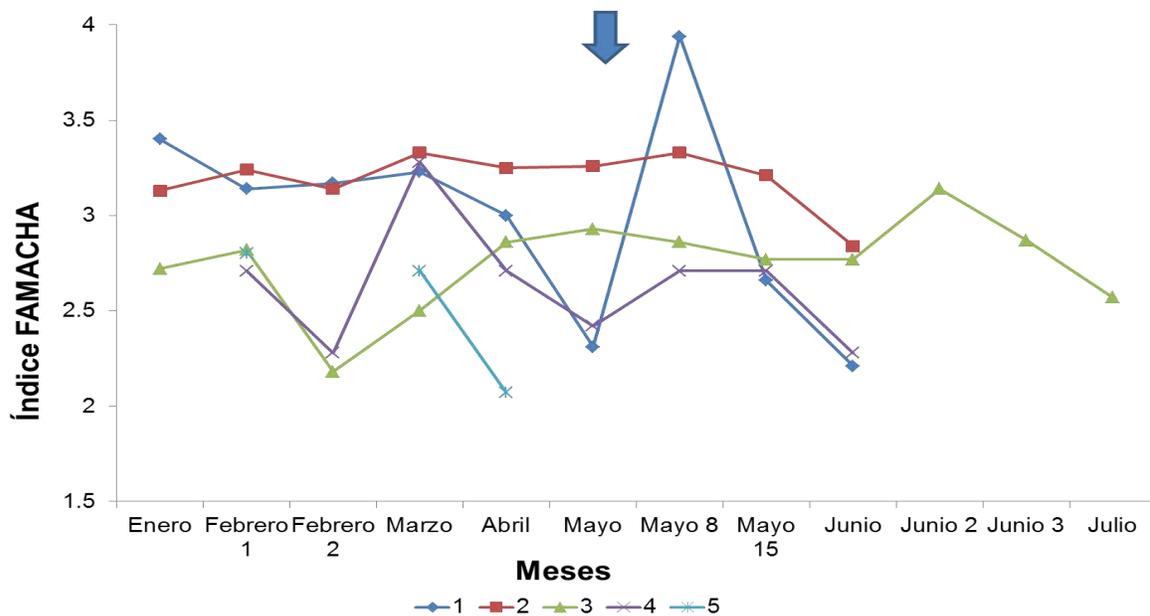


Figura 16. Registro de FAMACHA en ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo y al rebaño 3 en junio.

La condición corporal más baja fue de 1 en el rebaño 2, sin embargo, llegó hasta 3, en tanto que la más alta se registró en el rebaño 4, el promedio fue de 3.5. Muy pocas ovejas tuvieron CC de 5.

Al inicio del muestreo todas las ovejas estaban en una condición cercana a los 1.5-2, conforme transcurrieron los meses se incrementó debido a que las hembras se recuperaban del parto y la lactancia; lo contrario sucedió con el índice FAMACHA, ya que conforme FAMACHA disminuyó, la CC se incrementó (figura 17).

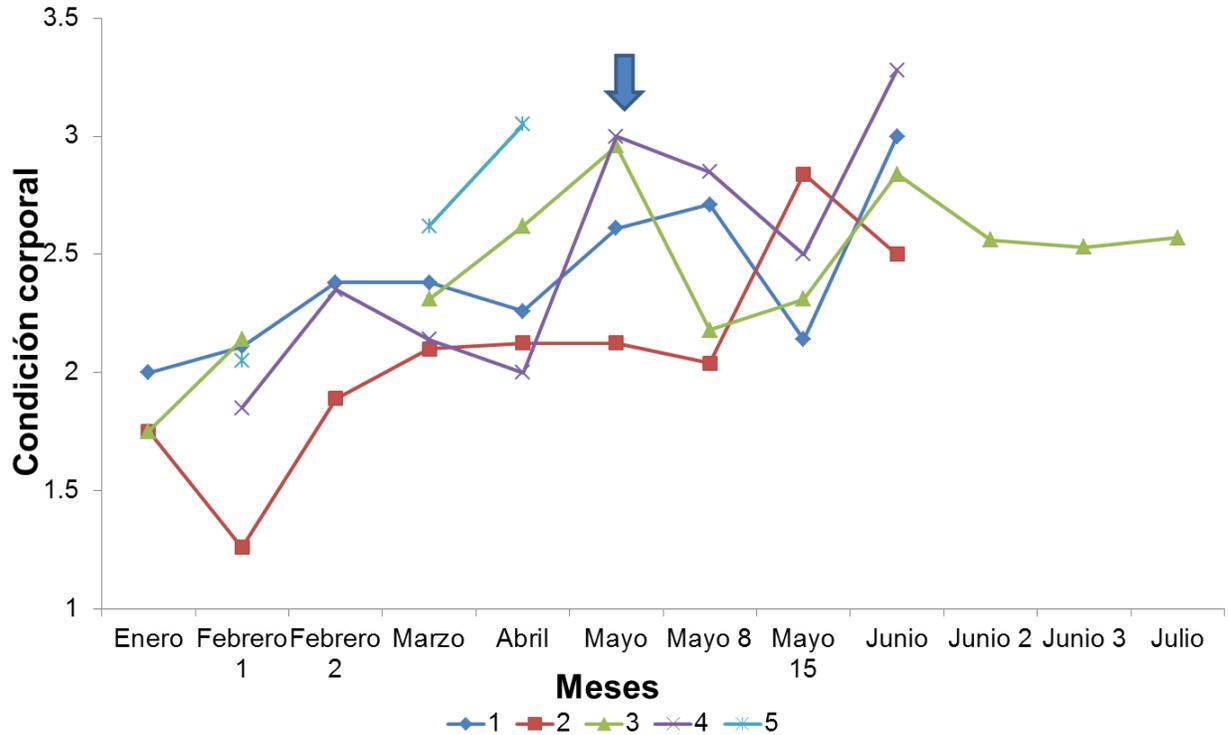


Figura 17. Condición corporal en ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo, al rebaño 3 en junio.

En lo que se refiere al peso se observó que mientras los rebaños 1, 3, 4 y 5 aumentaron gradualmente de peso, en las ovejas del rebaño 2 descendió y se mantuvo hasta junio (figura 18).

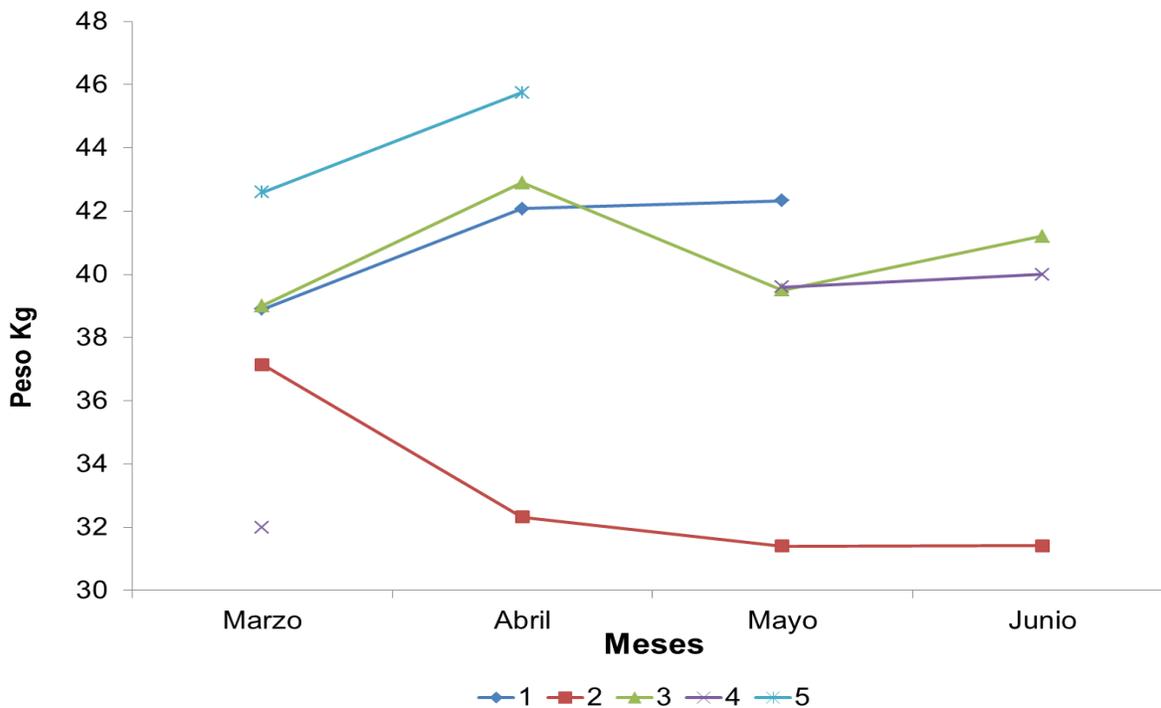


Figura 18. Registro de peso de ovejas de cinco rebaños en Temascaltepec, Estado de México. A los rebaños 1, 2 y 4 se les administró fenbendazol en mayo, al rebaño 3 en junio.

La correlación entre precipitación pluvial y hpgh fue de 0.44, a medida que incrementó la precipitación pluvial incrementó la cantidad de hpgh. Por otra parte, la correlación entre hpgh y la temperatura fue -0.06, es decir, a medida que aumentó la temperatura, disminuyó la cantidad de hpgh.

Las correlaciones fueron significativas, la correlación entre el peso y la CC fue de 0.5, a medida que incrementó el peso, incrementó la CC. La correlación entre peso y FAMACHA fue de -0.25 (P=0.0), es decir, a medida que incrementó el peso, disminuyó el índice FAMACHA. De manera similar, también se registró una correlación negativa de -0.31 entre el índice FAMACHA y la CC (P=0.0).

Por otra parte, la correlación entre el conteo de hpgh y FAMACHA fue de 0.131 con diferencia significativa (P=0.006), a pesar de que fue baja, mostró que conforme aumentó la cantidad de hpgh, incrementó el índice FAMACHA (Cuadro 5).

Cuadro 5. Correlación entre distintas variables.

		FAMACHA	Peso	Condición corporal	hpgh
FAMACHA	Coefficiente de correlación	1.000	-.245**	-.310**	.131**
	Sig. (2 colas)	.	.000	.000	.006
Peso	Coefficiente de correlación	-.245**	1.000	.501**	-.263**
	Sig. (2 colas)	.000	.	.000	.000
Condición corporal	Coefficiente de correlación	-.310**	.501**	1.000	-.177**
	Sig. (2 colas)	.000	.000	.	.000
hpgh	Coefficiente de correlación	.131**	-.263**	-.177**	1.000
	Sig. (2 colas)	.006	.000	.000	

** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (2 colas).

5. DISCUSIÓN

En el estudio se identificaron nematodos gastrointestinales en todas las ovejas, la frecuencia fue de 100%. Durante todo el periodo de estudio, la frecuencia fue de 100% en los rebaños con manejo semi intensivo con pastoreo en praderas implantadas y estabulación nocturna e intensivo, es decir, en los rebaños 3, 4 y 5.

La intensidad fue variable, se registró una intensidad de 0 hasta 15,600 hpgh con un promedio de 8914 hpgh. La intensidad fue más elevada en las ovejas de los rebaños 3 y 4 con manejo semi intensivo debido a que se reinfectaban constantemente al pastorear en la misma pradera, de manera similar como registró Alvarado *et al.*, (2015). Por el contrario, la intensidad más baja se registró en el rebaño 5 que estuvo estabulado permanentemente, no realizó pastoreo y a pesar de que el 100% de las ovejas fueron positivas, la intensidad fue inferior a 1000 hpgh.

En este estudio la intensidad fue superior a 2000 hpgh, semejante a como se presentó en Tres Marías que se localiza en una zona templada (Acevedo-Ramírez *et al.*, 2013), sin embargo, estuvieron muy por encima de lo que registraron otros autores (Téllez, 1993; Fattel, 1993; Figueroa, 1993) que también realizaron estudios en regiones templadas, la diferencia puede deberse a que las ovejas pertenecieron a razas diferentes y al estado fisiológico, ya que sólo Fattel (1993), analizó ovejas gestantes.

De manera similar del estudio de Acevedo-Ramírez *et al.*, (2013) en Tres Marías, durante los meses de mayo y junio, se observó una tendencia de una leve disminución del hpgh, lo cual puede deberse a que las ovejas se encontraban en recuperación del parto y lactancia, de tal forma que se reactiva su sistema inmune y el aprovechamiento de los nutrientes es más óptimo.

La frecuencia y la intensidad estuvieron relacionadas con los factores ambientales, aunque la correlación con la precipitación pluvial fue baja, se observó que conforme incrementó la precipitación aumentó la cantidad de hpgh y lo contrario ocurrió con la temperatura. Debido a la localización geográfica, el clima y la vegetación hacen posible que el ambiente sea húmedo, así, las condiciones son las adecuadas para el desarrollo de las larvas infectivas. De esta manera, los resultados obtenidos, fueron similares a lo que registró Torina *et al.*, (2004). Las ovejas que pastorean se reinfectan constantemente ya que como lo mencionan Fiel (1999) y Aumont (1995), en condiciones de humedad elevada, las larvas pueden sobrevivir hasta por tres meses, incluso, si las condiciones son adversas, pueden entrar en hipobiosis y sobrevivir hasta por un año.

Además, la infección estuvo influenciada por el manejo particular de cada rebaño y por el estado fisiológico de las ovejas, se presentó el fenómeno periparto tal como se ha observado en otras regiones templadas del país (Alba *et al.*, 1986; Farías, 1988; Acevedo-Ramírez *et al.*, 2013).

Los géneros identificados fueron en primer lugar *H. contortus*, con lo que se constató que en esta región también tuvo la frecuencia más elevada tal como lo reportó García (2003), también se identificaron *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Teladorsagia*, *Oesophagostomum*, y *Trichuris spp.* De manera similar de como se observó en Parres, D.F., (Andrade, 1970), y en Tres Marías, Morelos (Fattel, 1993; Figueroa, 1993). Además se registraron *Nematodirus* y *Chabertia* característicos de las regiones templadas sucedió con lo registrado en el Ajusco D.F., (Ramírez, 1983) Tlaxcala (George y Quiroz, 1993) y Tres Marías (Acevedo-Ramírez *et al.*, 2013).

Todos los animales fueron desparasitados, ya que de acuerdo a lo que mencionó Medina *et al.*, (2014), los animales tuvieron hpgh mayor a 750. Con respecto al desparasitante, después de 8 y 15 días el porcentaje de reducción fue inferior a 95%, lo cual indica la sospecha de resistencia (Coles *et al.*, 2006), como se ha registrado en otros estudios en áreas templadas (Acevedo-Ramírez *et al.*,

2013) y en regiones en las que ya está demostrada la resistencia como Puebla (Campos *et al.*, 1992), Veracruz (Figuroa *et al.*, 2000), Tlaxcala (Montalvo *et al.*, 2003) y Yucatán (Torres *et al.*, 2003). En el caso del rebaño 3, no se identificó efecto residual de la ivermectina, ya que al día 14, el porcentaje de reducción fue del 44%.

A pesar de que después del tratamiento con ivermectina y con fenbendazol se identificaron huevos, no fue posible obtener larvas para su identificación, probablemente por efecto de los desparasitantes se produjeron huevos infértiles o que evitaron el desarrollo del embrión, ya que ambos antihelmínticos tienen efecto ovicida (Sumano y Ocampo, 1997).

A diferencia de Bisset *et al.*, (2001) y Maia *et al.*, (2015), no fue posible definir un efecto del parasitismo sobre el peso, ya que la correlación fue baja, sin embargo, hubo diferencia significativa. Se observó que conforme incrementaron las cuentas del hpgh, y el índice FAMACHA como consecuencia disminuyeron el peso y por lo tanto la CC. Por el contrario, cuando se registró un aumento de peso, y de CC, disminuyeron las cuentas de hpgh y de FAMACHA de manera similar como lo registró Arece *et al.*, (2013).

Por lo tanto, para lograr implementar medidas de control parasitaria de acuerdo con Torres-Acosta y Hoste, (2008) es un pre-requisito tener el conocimiento de la frecuencia e intensidad de las infecciones a nivel local o regional para diseñar una aproximación integrada de control de nematodos gastrointestinales.

Cada rebaño tiene características particulares por lo que es necesario que cada uno tenga un programa de control parasitario diferente. Es fundamental insistir y promover que haya un manejo del rebaño, al mejorar la higiene, el animal estará sometido a menos estrés por otras infecciones y probablemente será menos susceptible a contraer infecciones parasitarias.

En el rebaño 1 se le refirió al productor que de ser posible mejorará su corral, lo cual no requirió inversión, ya que el productor sólo reacomodo los maderos y quitó alambres y clavos salientes, de esta forma, sus ovejas tuvieron mayor espacio disponible y su alimento no estaba en el suelo.

En el rebaño 2, se recomendó evitar dar el alimento en el suelo y tapar el comedero para evitar que los corderos se subieran y defecaran en él.

Los rebaños 3 y 4 pastorean en la misma pradera respectivamente, no la comparten con otros rebaños, sin embargo, se reinfectan constantemente, muy probablemente, la pastura está altamente contaminada por lo que se recomendó evitar pastorear en esas áreas, dejar descansar dichas praderas con la finalidad de reducir la carga larvaria o incluso, permitir que otras especies como los caballos pastoreen. Posteriormente, si se pretende reintroducir a las ovejas, realizar una desparasitación selectiva de las ovejas.

El rebaño 5 está permanentemente estabulado por lo que las cargas fueron muy bajas y no requirieron desparasitación.

Se recomendó que en la medida de lo posible, antes de desparasitar se realice un diagnóstico y mejor aún si se les da seguimiento para que mediante una asesoría adecuada los productores también identifiquen a sus animales y seleccionen a las ovejas menos susceptibles a infecciones parasitarias.

6. CONCLUSIONES

*Se registró la dinámica de la excreción de huevos de nematodos gastrointestinales, la frecuencia e intensidad en cinco rebaños de ovejas adultas de Temascaltepec, Estado de México durante el periodo de noviembre de 2015 a junio de 2016.

*La frecuencia de nematodos gastrointestinales en cinco rebaños de Temascaltepec fue de 100%. Fue superior y constante en todo el periodo de estudio en el rebaño 4 y 5.

*La intensidad osciló de 0 a 15,600 con un promedio de 8416 hpgh. La intensidad más elevada se registró en el rebaño 4 y la más baja en el rebaño 5.

*Las condiciones ambientales fueron determinantes, al ser una zona templada, permite la sobrevivencia de las larvas infectivas y que a su vez permiten que la reinfección ocurra durante todo el año.

*En la infección y excreción de huevos también intervinieron otros factores como la alimentación y estado fisiológico, particularmente la gestación y lactancia.

*Los géneros identificados fueron *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Chabertia ovina*, *Teladorsagia*, *Oesophagostomum*, *Nematodirus spp.* y *Trichuris spp.*

*Se registró la posible resistencia de parásitos resistentes a ivermectina y a fenbendazol ya que en algunos rebaños, la reducción fue inferior a 95%.

* A pesar de que la correlación no tuvo valores altos, se puede concluir que el conteo de huevos (hpgh) aumentó, el peso y la CC disminuyeron y por el contrario

aumentó el índice FAMACHA, por lo tanto, el emplear estas dos herramientas adicionales al conteo de huevos, se puede hacer un diagnóstico más confiable.

*Se identificaron algunas prácticas de manejo no recomendables como la administración de desparasitante sin diagnóstico clínico ni de laboratorio previos.

*Es fundamental conocer la dinámica de las infecciones por nematodos gastrointestinales, por lo cual se requiere contar con el conocimiento de la distribución geográfica de la región, el clima, el manejo zootécnico, la frecuencia, la intensidad, y los géneros existentes para diseñar estrategias y realizar un control integral que permita mejorar la salud animal, la economía del productor y que se reduzca el impacto negativo en el ambiente.

7. LITERATURA CITADA

Acevedo-Ramírez, P.M.C, Quiroz-Romero, H., Cruz-Mendoza, I., Úlloa-Arvizú, R. 2013. Gastrointestinal nematodes in rotationally grazing ewes in the mountainous region of central Mexico. *Journal of Helminthology*. 87, 108-114.

Acosta, J. 1970. 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, México.

Alba, F., Cuellar, A., Martínez, P. 1986. 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.

Alba-Hurtado, F., Romero-Escobedo, E., Muñoz-Guzmán, M.A., Torres-Hernández, G., Becerril-Pérez, C.M. 2010. Comparison of parasitological and productive traits of *Criollo* lambs native to the central Mexican Plateau and Suffolk lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*. 172(3-4), 277–282.

Alvarado, A., González, R., Zaragoza, C., Zaragoza, C., Arjona, L., López, M. 2015. Parámetros inmunológicos en ovinos de pelo para abasto contra nematodos gastrointestinales en Tabasco, México. Memorias de la XLII Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A.C. Texcoco, México. 279-283.

Amarante, A., Bricarello, P., Rocha, R., Gennari, S. 2004. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. *Veterinary Parasitology*. 120(1-2), 91-106.

Andrade, J. 1970. Epizootiología e importancia de nematodos gastrointestinales en ovinos de Parres, D.F. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México.

Anónimo. 1971. Manual de técnicas de parasitología veterinaria. Acribia, España.

Arece, J., López, Y. 2013. Validación del método FAMACHA© en la detección de anemia en ovejas Pelibuey en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 36(4), 479-484.

Aumont, G. 1995. Strongyloses gastro-intestinales des petits ruminants dans les Antilles Francaises. *Parasitology Research in Africa*. International Foundation for Science. 169-187.

Bautista, C. 2000. Respuesta Inmune en nematodosis gastrointestinales. En *Inmunoparasitología y Biología Molecular*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México. 90-100.

Burke, J., Miller, J. 2004. 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 Ruminant Research*. 54, 43-51.

Barger, I. 1999. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *International Journal of Parasitology*. 29, 41-47.

Bowman. D., Lynn, R., Eberhard, M. 2004. *Georgis Parasitología para veterinarios*. 8a ed. Elsevier. España.

Burke, J., Miller, J. 2002. Relative resistance of Dorper crossbred ewes to gastrointestinal nematode infection compared with St. Croix and Katahdin ewes in the southeastern United States. *Small Ruminant Research*. 109, 265-275.

Campos, R., Herrera, D., Quiroz, H. 1992. Diagnóstico in vitro de *Haemonchus contortus* resistente al albendazol, fenbendazol, oxfendazol y febantel en tres rebaños ovinos Tabasco o Pelibuey. *Veterinaria México*. 23, 51-56.

Colditz, I., Watson, D., Gray, G., Eady, S. 1996. Some relationships between age, immune responsiveness and resistance to parasites in ruminants. *Journal for Parasitology*. 26(8-9), 869-877.

Coles, G.C., Bauer, C., Borgsteede, F., Geerts, S., Klei, T., Taylor, M., Waller, P. 1992. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*. 44(1-2), 35-44.

Coles, G.C., Jackson, F., Pomroy, W., Prichard, R.K., von Samson-Himmelstjerna, G., Silvestre, A., Taylor, M.A., Vercruyse, J. 2006. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*. 136(3-4), 167-185.

Comisión Nacional del Agua. CONAGUA. 2016. Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvia. <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>

Crofton, H. 1971. Nematode Parasite population in sheep and on pasture. Technical Communication No. 35 of the Commonwealth Bureau of Helminthology. Commonwealth Agricultural Bureaux. Great Britain.

Daniel, W. 2004. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa Wiley. México.

Delgado, J., Quiroz, H., Vega, R. 1982. Horario de migración vertical de larvas de nematodos gastrointestinales en pasto de zona tropical. Memorias de la Segunda Reunión Anual de Parasitología Veterinaria. Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria A. C. 2, 43.

Eckert, L., Schneiter, G., Wolff, K. 1984. Fasinex (triclabendazole) – a new fasciolicide. Triclabendazole Publication. Ciba –Geigy. Animal-Health.

Eysker, M., Bakker, N., Kooyman, F., Ploeger, H. 2005. The possibilities and limitations of evasive grazing as a control measure for parasitic gastroenteritis in small ruminants in temperate climates. *Veterinary Parasitology*. 129(1-2), 95-104.

Farías, F. 1988. Determinación del incremento en la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales posparto en ovejas. *Técnica Pecuaria México*. 3(26), 259-266.

Felice, M. 2013. Condición corporal de Ovinos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional Patagonia Norte Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_condicion_corporal.pdf

Fattel, G. 1996. Comprobación del efecto del moxidectin y reinfestación de nematodos gastrointestinales en ovinos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México.

Fiel, C., Steffan, P. 1999. 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.

Figuroa, J. 1993. 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.

Figuroa-Castillo, J.A., Acevedo-Ramírez, P. 2011. Capítulo 19. Epidemiología y control de nematodos gastrointestinales en ovinos en clima templado. En Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos. México.

Figuroa, J., Méndez, R., Berruecos, J., Villalobos, J., Álvarez, J. 2000. Detección de resistencia en *Haemonchus contortus* al sulfóxido de albendazol inyectado mediante la prueba de campo de reducción de huevos en ganado ovino. *Veterinaria México*. 31(4), 309-313. En: <http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol31-04/RVM31406.pdf>

García, A. 2003. In vitro and in vivo diagnosis of antihelminthic resistance in *Haemonchus contortus* infected sheep in Mexico. V International Seminar of Animal Parasitology. Yucatan, Mexico. 194-199.

Gray, D. 1995. World control in Australia-Where now? Parasitology Research in Africa. International Foundation for Science. 155-167.

George, S., Quiroz, H. 1993. Frecuencia de parásitos gastrointestinales, pulmonares y hepáticos en ovinos de la Magdalena Soltepec, Tlaxcala, México. *Veterinaria México*. 24(3), 195-197.

Hendrix, C. 1999. Diagnóstico parasitológico veterinario. Harcourt-Brace. 2nd Ed. España.

<http://temascaltepec.gob.mx/sites/temascaltepec.gob.mx/files/files/PDM2013.pdf>

http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/1-GeografiaDeMexico/man_refgeog_extterr_vs_enero_30_2088.pdf

Jørgensen, L., Leathwick, D., Charleston, W., Godfrey, P., Vlassoff, A., Sutherland, I. 1998. Variation between hosts in the developmental success of the free-living stages of trichostrongyle infections of sheep. *Journal for Parasitology*. 28(9), 1347-1352.

Li, Y., Miller, J., Franke, D. 2001. Epidemiological observations and heterosis analysis of gastrointestinal nematode parasitism in Suffolk, Gulf Coast Native, and crossbred lambs. *Veterinary Parasitology*. 98(4), 273-283.

Luna-Palomera, C., Santamaría-Mayo, E., Berúmen-Alatorre, A.C., Gómez-Vázquez, A., Maldonado-García, N.M. 2010. Suplementación energética y proteica en el control de nematodos gastrointestinales en corderas de pelo REDVET. *Revista electrónica de Veterinaria*. 11(7), 1695-7504.
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070710/071009.pdf>

López, E. 2000. Nematodos gastrointestinales en rumiantes: Biología Molecular. En: Inmunoparasitología y Biología Molecular. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México. 101-108.

Maia, D., Rosalinski-Moraes, F., Torres-Acosta, J.F., Rizzon, M.C., Santos, C. 2015. FAMACHA[®] system assessment by previously trained sheep and goat farmers in Brazil. *Veterinary Parasitology*. 209(3-4), 202-209.

Medina, P., Guevara, F., La O, M., Ojeda, N., Reyes, E. 2014. Resistencia antihelmíntica en ovinos: una revisión de informes del sureste de México y alternativas disponibles para el control de nematodos gastrointestinales. *Pastos y Forrajes*. 37(3), 257-263.

Méndez, R., Ramírez, A., Figueroa, A., González, A., Negrete, P., Quiroz, H. 1997. 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.

Molento, M., Silva, F., Araujo, D., De Almeida, F., De Souza, A., Torres-Acosta, J., Geldhof, P. 2011. Challenges of nematode control in ruminants: Focus on Latin America. *Veterinary Parasitology*. 180(1-2), 126–132.

Montalvo, X., López, M., Vázquez, V., Liébano, E., Mendoza, P. 2003. Presence of antihelminthic resistance against gastrointestinal nematodes in sheep farms in Tlaxcala, Mexico. V International Seminar of Animal Parasitology. Yucatan, Mexico. 299-306.

Quiroz, H. 2006. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. Edit. Limusa, México. pp 876.

Ramírez, A. 1983. Valoración de tratamientos sistemáticos contra nematodos gastroentéricos en corderos y ovejas. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. 258-259.

Reinecke, R. 1984. Identification of helminths in ruminants at necropsy. *Journal of South African Veterinary Association*. 136-143.

SIAP, Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Ovino Población ganadera 2006 – 2015 Cabezas. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166001/ovino.pdf>

<http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/ovino.pdf>

Soulsby E. 1965. Textbook of veterinary clinical parasitology Vol. I. Helminths. Blackwell Scientific Publications. Great Britain.

Sumano, H., Ocampo, L. 1997. Farmacología veterinaria. 2ª ed. McGraw-Hill Interamericana, México.

Tarazona, J. A 1986. Method for the Interpretation of parasite egg counts in faeces for sheep. *Veterinary Parasitology*. 22(1-2), 113-119.

Téllez, F. 1993. 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.

Thienpont, D., Rochete, F., Vanparijs, O. 1979. Diagnóstico de las helmintiasis por medio del examen coprológico. Jansenn Research Foundation.

Torina, A., Ferrantelli, V., Sparagano, O., Reale, S., Vitale, F., Caracappa, S. 2004. Climatic conditions and gastrointestinal nematode egg production: observations in breeding sheep and goats. *Annals New York Academic Sciences*. 1026, 203-209.

Torres, J., Roberts, B., Canto, J., Martínez, C., Rodríguez, J., Canul, L., Cob, L., Tirado, F., Aguilar, A. 2003. Prevalence of sheep herds with gastrointestinal nematodes resistant to benzimidazoles, imidazothiales and macrocyclic lactones in Yucatan. V International Seminar of Animal Parasitology. Yucatan, Mexico. 48-52.

Torres-Acosta, F., Aguilar-Caballero, A. 2005. "Epidemiología, prevención y control de nematodos gastrointestinales en rumiantes". En Enfermedades de importancia económica en Producción Animal. Mc Graw Hill, Universidad Autónoma de Yucatán, México. pp. 145-173.

Torres-Acosta, J.F.J., Hoste, H. 2008. Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Ruminant Research*. 77, 159–173.

Torres, F., Aguilar, A., Cámara, R. 2011. “Control Integrado de Helmintos Gastrointestinales de Importancia Económica en Ovinos”. Notas de curso. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

Torres-Acosta, J.F.J., Mendoza-de-Gives, P., Aguilar-Caballero, A.J., Cuéllar-Ordaz, J.A. 2012. Anthelmintic resistance in sheep farms: Update of the situation in the American continent. *Veterinary Parasitology*. 189(1), 89–96.

Valderrábano, J., Delfa, R., Uriate, J. 2002. Effect of level of feed intake on the development of gastrointestinal parasitism in growing lambs. *Veterinary Parasitology*. 104(4), 327–338.

Van Wyk. J., Cabaret, J., Michael, L. 2004. Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Veterinary Parasitology*. 119, 277-306.

Vega, N., Romero, E. 1983. Clave para la identificación de terceras larvas de nematodos gastrointestinales en rumiantes, equinos y cerdos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México.

Walken–Brown, S., Lady, S. 2003. Nutricional influences on the expresión of genotypic resistance to gastrointestinal nematode infection in sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 43, 1445-1554.

Woolaston, R., Baker, R. 1996. Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. *International Journal for Parasitology*. 26(8-9), 845-855.

