



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

**DETECCIÓN DE RESISTENCIA A LA IVERMECTINA EN NEMÁTODOS
PARÁSITOS DE OVINOS EN EL ESTADO DE PUEBLA**

Tesis que presenta:

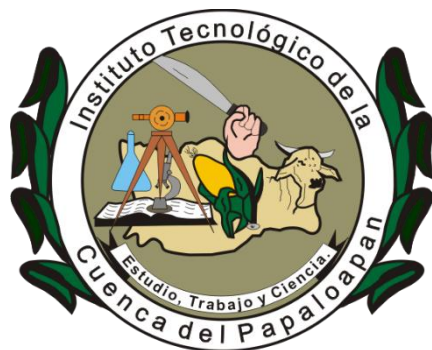
GARCIA CRISANTO MARIA ESTHER

Como requisito para obtener el título de:

INGENIERÍA EN AGRONOMÍA



Tuxtepec, Oaxaca.
Marzo 2019



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION,
FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS

DETECCION DE RESISTENCIA A LA IVERMECTINA EN NEMATODOS
PARASITOS DE OVINOS EN EL ESTADO DE PUEBLA

MARIA ESTHER GARCIA CRISANTO

No. de control: 14810022

ASESOR INTERNO:

Dr. Roberto Panuncio Mora Solís

ASESOR EXTERNO:

M.C. Sara Olazarán Jenkins

PERIODO DE REALIZACIÓN:

JULIO – FEBRERO 2019

SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAX. MARZO 2019

El presente Trabajo de Tesis Profesional, de la C. María Esther García Crisanto, denominado: "Detección de resistencia a la ivermectina en nematodos parásitos de ovinos en el estado de Puebla" que se desarrolló en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), fue revisado y aprobado por el:

DIRECTOR INTERNO DE TESIS:

Dr. ROBERTO PANUNCIO MORA SOLÍS



FIRMA

DIRECTOR EXTERNO DE TESIS:

MC. SARA OLAZARÁN JENKINS



FIRMA

MARZO DEL 2019



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

San Bartolo, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca, a 22 de marzo de 2019

ASUNTO: Dictamen de tesis aprobada

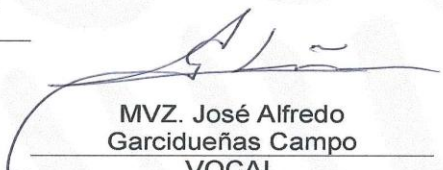
ING. ANELMO PRADO LEAL
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIAS
P R E S E N T E

El comité de revisión de tesis del Garcia Crisanto María Esther, asignado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan de San Bartolo, San Juan Bautista, Tuxtepec, Oaxaca, integrado por los C.C. Dr. Roberto Panuncio Mora Solís, M.C. Freddy Armas Lozano y MVZ. José Alfredo Garcidueñas Campo, habiéndose reunido a fin de evaluar la tesis titulada "Detección de resistencia a la ivermectina en nematodos parasitos de ovinos en el estado de puebla", que se presenta como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Agronomía, de acuerdo con las normas de elaboración de tesis de licenciatura y posgrado vigentes en el instituto; dictamino su **AUTORIZACIÓN** para ser presentado en el Examen Profesional correspondiente.

ATENTAMENTE


Dr. Roberto Panuncio
Mora Solís
DIRECTOR


M.C. Freddy Armas
Lozano
SECRETARIO


MVZ. José Alfredo
Garcidueñas Campo
VOCAL



Av. Tecnológico No. 21, San Bartolo Tuxtepec, Oax.
Tel. 01 (287) 8753926, 8754015, e-mail: dir_cpapaloapan@tecnm.mx
www.tecnm.mx | www.itcuencap.edu.mx

La presente tesis, del C. María Esther Garcia Crisanto, denominada Detección de resistencia a la ivermectina en nematodos parásitos de ovinos en el estado de Puebla, que se desarrolló en Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias (INIFAP), fue revisado y aprobado para su impresión por el Honorable jurado integrado por:

DIRECTOR

DR. ROBERTO PANUNCIO MORA SOLÍS



FIRMA

SECRETARIO

M.C. FREDDY ARMAS LOZANO



FIRMA

VOCAL

M.V.Z. JOSÉ ALFREDO GARCIDUEÑAS CAMPO



FIRMA

MARZO DEL 2019

AGRADECIMIENTO

A mi familia por haberme brindado su apoyo, a mis amigos por su comprensión, a mis personales docentes por su tiempo prestado para la realización de MI TESIS. En especial a la M.C SARA OLASARAN JENKIENS, DR. ROBERTO PANUNCIO MORA SOLÍS. Por su orientación y su tiempo prestado ya que sin su apoyo no podríamos realizar el presente trabajos.

Al personal del laboratorio CENIP-PAVET-INIFAP.

DEDICATORIA

A mis padres, por la vida maravillosa, llena de amor y muchas cualidades divinas que han venido formándonos con valores, principios, conocimientos, y ese coraje de retos para luchar contra adversidades negativas y positivas y que, de una u otra manera por muchas enseñanzas, enfrentarlas con humildad, paciencia, caminar con la frente en alto y sobre todo siempre generar soluciones a problemas.

A mis maestros que fueron participes en nuestra formación académica, por sus sabios consejos, que durante la trayectoria de 4 años por fin llega a la cristalización de la meta alcanzada como ingeniero agrónomo zootecnista, Al LIC. Brigido Castrejón Sánchez, por darnos la oportunidad de establecer nuestro proyecto como opción de titulación 2019.

A mis directores de tesis, MC Sara Olazarán Jenkiens y Dr. Roberto Panuncio Mora Solís, por su dedicación, orientación, experiencia, actitud y motivación que nos ha sembrado la inquietud como emprendedoras, promotoras del cambio en nuestro entorno, siempre sembrar para obtener el éxito a base del estudio y trabajo con responsabilidad, gracias en la corrección y cristalización del presente trabajo de tesis.

RESUMEN

El estudio se realizó en siete rebaños de ovinos de tres Distritos de Desarrollo Rural: Zacatlán, Tehuacán y Teziutlán, en Puebla, para detectar la resistencia antihelmíntica (RA) a Ivermectina (IVM) en nematodos gastrointestinales (NGI) por la prueba de reducción del recuento de huevos fecales (FECRT) e identificar los géneros presentes por genotipificación (PCR de punto final). Se seleccionaron ovinos parasitados naturalmente con NGI y carga parasitaria >200 huevos por gramo de heces (HPG), diagnosticados mediante técnica Mc Master. Se formaron dos grupos de 10-15 animales por rebaño (I Testigo y II Tratado con 200 mcg/kg de peso de Ivermectina VSC). Los muestreos fecales se realizaron el día 0 (pre-tratamiento) y día 14 (pos-tratamiento), el análisis estadístico para RA fue con Excel-RESO. El coprocultivo en palangana se realizó con muestras fecales del pre-muestreo y pos-muestreo para producción de larvas infectantes (L₃) para extracción de ADN y determinación de genotipo de géneros presentes. Se registraron valores de indicadores de fenotipo de nematodiasis, (porcentaje de volumen celular aglomerado (%VCA), evaluación del tono de coloración de la mucosa palpebral (1,2,3), califica-

ción de la condición corporal y signos clínicos de parasitosis por NGI de cada animal. Los resultados obtenidos por la FECRT indican que NGI de seis rebaños presentan resistencia (RR) y un rebaño se detecta como heterocigoto (RS) a resistencia a IVM. Se identificaron cinco géneros de NGI entre ellos *Haemonchus*. La carga parasitaria está relacionada con %VCA y CC de ovinos. La prevalencia de RA a IVM es elevada en Puebla.

ABSTRACT

This study was realized in seven flocks of sheep from three Rural Development Districts: Zacatlán, Tehuacán and Teziutlán, at Puebla, to detect anthelmintic resistance (AR) to Ivermectin (IVM) in gastrointestinal nematodes (GIN) by fecal egg count reduction test (FECRT) and identify the genres present by genotyping (endpoint PCR). Naturally infected sheep were selected by GIN and parasitic load > 200 eggs per gram of feces (EPG), diagnosed by Mc Master technique. Two groups of 10-15 animals were formed per flock (I Witness and II treated with 200 mcg / kg of Ivermectin VSC weight). The faecal samples were collected on day 0 (before treatment) and day 14 (post-treatment), the statistical analysis for RA was made with Excel-RESO. The coproculture was performed with fecal samples from pre-sampling and post-sampling for the production of infective larvae (L3) for DNA extraction and determination of genotype of present genus. Indicator values of nematodiasis phenotype, percentage of agglomerated cell volume (% ACV), evaluation of eyelid coloration tone (1,2,3), body condition score and clinical signs of parasitosis by GIN were recorded per each animal. The results appear in the FECRT indicate that GIN of six herds present

resistance (RR) and one herd is detected as heterozygous (RS) to resistance to IVM. Five genera of NGI were identified, including *Haemonchus*. The parasitic load is related to % ACV and CC of sheep. The prevalence of RA to IVM is high in Puebla.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	xiii
ABSTRAC	x
1. INTRODUCCIÓN	1
.....1.1. Objetivo General.....	5
.....1.1.1. Objetivos específicos.....	5
.....1.2. Hipótesis.....	6
2. REVISION DE LITERATURA	7
2.1. Los nematodos gastrointestinales (NGI) de los rumiantes.....	7
2.2. Clasificación de los principales géneros en NGI en rumiantes.....	8
2.2.1. <i>Haemonchus contortus</i>	9
2.2.2. Clasificación taxonómica.....	10
2.2.3. Ciclo biológico de <i>Haemonchus Contortus</i>	10
2.2.3.1 Fase no parasita.....	11
2.2.3.2. Fase parasita.....	12
2.2.4. Signos clínicos.....	13
2.2.4.1. Haemoncosis hiperaguda.....	13
2.2.4.2. Haemoncosis aguda.....	13
2.2.4.3. Haemoncosis crónica.....	14
2.2.5. <i>Ostertagia</i>	14
2.2.6. <i>Trichostrongylus</i>	15
2.2.7. <i>Cooperia</i>	15
2.2.8. <i>Oesophagostomum</i>	16

2.3. Productos antihelmínticos.....	17
2.3.1. EL éxito de un tratamiento antiparasitario.....	18
2.3.1.2. Lactonas macrocíclicas.....	19
2.3.1.3. Benzimidazoles.....	21
2.3.1.4. Imidazotiazoles.....	21
2.4. Resistencias antihelmínticas (RA) en ovinos.....	22
2.4.1. Resiliencia.....	23
2.4.2. Tipos de resistencia.....	24
2.4.2.1. Resistencia múltiple.....	24
2.4.2.2. Resistencia cruzada.....	24
2.4.2.3 Resistencia paralela.....	25
2.5 Reporte de la presencia de la RA en México.....	25
2.6. Alternativas de control.....	28
2.6.1. Suplementación proteica y energética.....	29
2.6.2. Manejo de áreas de pastoreo.....	29
2.6.3. Bacterias.....	32
2.6.4. Partículas o agujas de cobre.....	33
2.6.5. Control biológico.....	33
2.6.6 Uso de herbolarea para el control de NGI.....	35
2.6.7. Desparasitación selectiva.....	36
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1. Localización.....	38
3.2. Animales experimentales.....	39

3.3. Actividad en campo.....	40
3.3.1. Registro de información por medio de aplicación de encuesta.....	40
3.3.2. Obtención de muestras para el análisis y diagnóstico de RA.....	41
3.3.3. Técnica de laboratorio.....	42
3.3.3.1. Técnica de Mc Master.....	42
3.3.3.2. Coprocultivo (Método en palangana)	43
3.3.4. Indicadores de fenotipo considerados para la desparasitación.....	44
3.3.4.1. Evaluación del color de la mucosa palpebral.....	45
3.3.4.2. Determinación del % de VCA.....	47
3.3.4.3. Calificación de la condición corporal.....	47
3.4. Diseño experimental.....	51
3.5. Análisis estadístico para medir la eficiencia del tratamiento anti-Helmíntico.....	53
4. RESULTADOS	56
4.1. Información obtenida a partir de la encuesta aplicada.....	56
4.1.1. Tamaño de los rebaños.....	56
4.1.2. Composición racial.....	56
4.1.3. Sistema de producción	57

4.1.4. Productos utilizados como complemento al pastoreo.....	58
4.1.5. Enfermedades que detectan en los rebaños.....	60
4.1.6. Presentación de mortalidad en el rebaño.....	61
4.1.7. Instalaciones y manejo del rebaño.....	63
4.1.8. Procedencia de animales que adquieren para pie de cría.....	66
4.2. Resultados de la prueba de campo para el diagnóstico de resistencia antihelmíntica.....	66
4.3. Genotipificación de los géneros en NGI presentes en las poblaciones que parasitan los ovinos del presente estudio.....	70
4.4. Resistencia antihelmíntica a ivermectina y su relación con los indicadores de fenotipo para la desparasitación selectiva contraNGI.....	73
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
5.1. Conclusiones.....	76
5.2. Recomendaciones.....	76
6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	87
7. ANEXO I	85

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Géneros más importantes de acuerdo a su localización.....	9
Cuadro 2. Principales antihelmínticos.....	17
Cuadro 3. Espectro de actividad de la ivermectina.....	20
Cuadro 4. Tiempo de retiro de la ivermectina.....	21
Cuadro 5. Resultados de estudios sobre RA de NGI a lactonas macrocíclicas en México.....	25
Cuadro 6. Indicadores de fenotipo para la desparasitación selectiva contra nematodos gastrointestinal de ovinos.....	46
Cuadro 7. Diseño experimental de (FECRT).....	52
Cuadro 8. Productos utilizados para complementar la alimentación	59
Cuadro 9. Tratamiento utilizado para el control de NGI.....	59
Cuadro 10. Porcentaje de reducción de cuentas de huevos, posterior al tratamiento con ivermectina (200mcg/kg) en el DDR II Zacatlán Puebla.....	67
Cuadro 11. Porcentaje de reducción de cuentas de huevos por gramos de heces, posterior al tratamiento con ivermectina (200mcg/kg).....	68
Cuadro 12. Clasificación de la resistencia antihelmíntica de acuerdo a los criterios de la prueba de reducción huevos en heces (FECRT).....	69
Cuadro 13. Géneros de nematodos identificados por genotipo presente en las poblaciones de NGI por rebaño en estudio en el pre-	

tratamiento.....	70
Cuadro 14. Géneros de NGI identificados por genotipo en el muestreo postratamiento (día 14) por rebaño y grupo experimental...	72
Cuadro 15. Relación de los valores de HPG y % VCA de los ovinos parti- cipantes en el estudio.....	74
Cuadro 16. Relación de evaluación de la coloración de la mucosa palpe- bral y los valores de HPG de los ovinos participantes en el estudio.....	75
Cuadro 17. Relación de evaluación de la condición corporal y VCA de los ovinos participantes en el estudio.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ciclo biológico del <i>Haemonchus Contortus</i>	11
Figura 2. División del Estado de Puebla por Distrito de Desarrollo Rural.....	39
Figura 3. Evaluación del color de la mucosa.....	46
Figura 4. Clasificación de la condición corporal.....	51
Figura 5. Numero de ovinos por rebaño que participan en el estudio....	55
Figura 6. Raza o genotipo de los animales en el estudio.....	56
Figura 7. Tiempo dedicado al pastoreo por rebaño.....	57
Figura 8. Frecuencia con que se presentan otras enfermedades en los rebaños participantes en el estudio.....	60
Figura 9. Mortalidad de animales adultos y corderos en cada rebaño participante en el estudio.....	61
Figura 10. Época de mayor presentación de defunciones.....	62
Figura 11. Instalaciones	64
Figura 12. Corderos seleccionados para semental	65

1. INTRODUCCIÓN

El estado de Puebla cuenta con un inventario de 480,708 cabezas de ovinos, posicionándolo en el quinto lugar a nivel nacional; en cuanto a producción de carne, en el año 2012 produjo 7, 648 ton ocupando el cuarto lugar a nivel nacional (SIAP-SAGARPA 2012). Por lo tanto, se considera un estado importante en la producción de ovinos de carne.

El ganado ovino que se explota en pastoreo y mantiene una relación directa con el medioambiente, lo que provoca que aparezcan enfermedades parasitarias causadas por nematodos gastrointestinales (NGI). Estas enfermedades constituyen la principal causa de pérdidas económicas en todo el mundo. Las enfermedades parasitarias son uno de los principales problemas que repercuten en la productividad de la ganadería. Debido a las altas prevalencias, ocasionando las pérdidas económicas en los costos de producción en leche, lana, pelo, debido a los severos daños de salud que causan en la capacidad reproductiva (Habela *et al*, 2002; Martínez, 2014; Zapata *et al*, 2006).

Los principales géneros de NGI identificados en ovinos son *Cooperia*, *Nematodirus*, *Tricostrongylus* y *Bunostomum* en intestino delgado; *Oesophagostomum*, *Chabertia* y *Trichuris*, en intestino grueso y *Haemonchus*, *Ostertagia* (*Teladorsagia*) en abomaso.

Entre los principales nematodos parásitos que causan un gran impacto se encuentra *Haemonchus contortus*, que es considerado como el nematodo parásito de mayor importancia pecuaria, causante del 80% de los casos clínicos en pequeños rumiantes. La acción mecánica de estos parásitos, provocan ruptura e inflamación de la mucosa gastrointestinal disminuyendo la absorción de nutrientes, hemorragias y anemia aguda en animales susceptibles (Medina *et al.*, 2014). El control de nematodosis es por medio de aplicación de productos químicos que ofrece el mercado. Los antihelmínticos disponibles en la actualidad se agrupan de acuerdo con su naturaleza química y sus efectos sobre los parásitos. Existen los benzimidazoles, los imidazotiazoles y las lactonas macrocíclicas que son los más utilizados para el tratamiento de la nematodiasis, ya que son considerados antiparasitarios de amplio espectro.

El grupo de Lactonas Macroclícas (LMC) fue sintetizado en 1980 por Chavala y colaboradores a partir de un fermentado de *Streptomyces avermitilis*, del cual se obtiene un anillo lactona macroclíco que muestra efecto como antibiótico, antinematódico y además una marcada toxicidad contra los insectos. Actualmente existen diferentes lactonas macroclícas, desde las naturales como la avermectina, las semisintéticas como la milbemicina y las biosintéticas como la doramectina (Sumano , Ocampo *et al.*,1999).

El uso incorrecto y continuo de las drogas antihelmínticas ha generado a nivel mundial graves problemas de resistencia de los parásitos a las mismas. La resistencia antihelmíntica es la capacidad que tiene algunos parásitos para sobrevivir a los antiparasitarios y es el resultado de la selección activa y hecho por su propio antihelmíntico (Medina *et al*, 2014; López *et al*, 2010).

La Prueba de reducción del recuento de huevos fecales (FERCT, por sus siglas en inglés *Fecal egg reduction count test*) es una metodología recomendada por la Asociación Mundial para el avance de Parasitología

Veterinaria (WAAVP), de aplicación práctica para la identificación de RA de poblaciones de NGI que afectan a los ovinos.

En el Centro Nacional Disciplinario de Parasitología del INIFAP, realizan investigación y cuentan con técnicas moleculares para la identificación de géneros de parásitos nematodos involucrados en la resistencia antihelmíntica.

Los nematodos gastrointestinales producen anemia, pérdida de peso, y signos como anorexia, diarreas, edema submaxilar, debilidad, postración y muerte. Existe una metodología que, en base a indicadores de fenotipo, que son mediciones prácticas para determinar el daño causado por nematodos gastrointestinales de ovino, permiten identificar ovinos resistentes a NGI en los rebaños, se propone su aplicación para guiar a los ovinocultores en la selección de animales resistentes a los nematodos, donde solo se tratan a los susceptibles (López *et al.*, 2012), logrando reducir el uso de antihelmínticos y su frecuencia y con ello el retraso de la RA.

1.1. Objetivo General

Evaluar la resistencia antihelmíntica de nematodos gastrointestinales de ovinos a Lactonas Macroclínicas, en tres Distritos de Desarrollo Rural del estado de Puebla, a través de Pruebas de Campo.

1.1.1 Objetivos específicos:

-
-
- Cuantificar la Resistencia antihelmíntica (RA), a Lactonas Macroclínicas (Ivermectina) de los nematodos gastrointestinales (NGI) de ovinos, en tres Distritos de Desarrollo Rural del estado de Puebla.
- Genotipar los NGI resistentes a Lactonas macroclínicas (Ivermectina).
- Determinar la relación entre la resistencia antihelmíntica a Lactonas macroclínicas y los indicadores de fenotipo en la parasitosis por NGI en ovinos.

HIPÓTESIS

La Resistencia Antihelmíntica a Lactonas Macroclícas en nematodos gastrointestinales de ovinos en pastoreo en el estado de Puebla, se encuentra presente.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Los nematodos gastrointestinales (NGI) en rumiantes

El parasitismo gastrointestinal en los ovinos es una de las principales limitantes en la producción de esta especie, siendo generalmente producidos por helmintos (nematodos, cestodos y trematodos). Estas infecciones tienen efectos directos sobre la ganancia de peso, el desarrollo corporal, anemia, retraso del comportamiento reproductivo, la producción de carne y leche, reduciendo la rentabilidad, debido a que provoca trastornos que interfieren en la nutrición y limitando el desarrollo de los animales, principalmente en los corderos , provocando pérdida de peso, anorexia, anemia, retraso en la madurez sexual, disminución en la producción , y favorece la susceptibilidad a enfermedades secundarias, provocando pérdidas considerable en los sistemas de producción (Piscoya, 2017; Zúñiga, 2015).

Los ovinos, como el resto de los animales, incluyendo el hombre, poseen una amplia gama de parásitos que los afectan en mayor o menor, en dependencia de diferentes factores entre los que se destacan la edad, LA raza y el estado reproductivo. Los ovinos se afectan durante toda su vida mayormente por coccidias, cestodos, trematodos y nematodos (Arece *et al* 2003).

Los animales que mantienen la relación directa con los pastizales, son los más susceptibles a enfrentarse a la parasitosis, del orden *Strongylida*. Los géneros más comunes son: *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Oesophagostomum*. Las infecciones de estos parásitos siempre son mixtas (Buitrago *et al*, 2017 Molina, 2016).

2.2. Clasificación de los principales géneros de NGI en rumiantes

Los principales géneros más importante de los rumiantes se clasifican y sus localizaciones se mencionan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Géneros más importantes de acuerdo a su localización

Órgano digestivos	<i>Generos</i>
ABOMASO	<i>Haemonchus</i> <i>Ostertagia</i> <i>Trichostrongylus</i>
INTESTINO DELGADO	<i>Cooperia</i> <i>Nematodirus</i> <i>Trichostrongylus</i> <i>Bunostomun</i>
INTESTINO GRUESO	<i>Oesophagostomun</i> <i>Chabertia</i> <i>Trichuris</i>

Fuente: (Quiroz *et al.*, 2011, López *et al.*, 2015)

2.2.1. *Haemonchus Contortus*

Haemonchus contortus es el parásito que tiene una gran importancia en los sistemas de producción, debido que es un parásito hematófago, que se localiza en el abomaso del animal, presenta estructura bucal en forma de lanceta, que le permite succionar la sangre del huésped, tardan aproximadamente de 10 a 12 minutos durante su alimentación, cuando se desprende de la mucosa del abomaso la hemorragia sigue por siete

minutos. Es así como se deriva la signología que afectan a los animales y disminuye la producción ganadera (García *et al.*, 2017).

2.2.2. Clasificación Taxonómica

Phylum : Nematelmintos

Clase: Nematoda

Orden: Strongylida

Superfamilia : Trichostrongyloidea

Familia: Trichostrongylidae

Género: *Haemonchus* (Lindoso, 2005).

2.2.3. Ciclo biológico de *Haemonchus Contortus*

El ciclo de vida es directo, lo cual se divide en dos fases, lo que es la fase parasita y no parasita estos parásitos prefieren el calor y la humedad para ser pre-infectivo ya que sus larvas no son resistentes a la desecación ni al frío extremo. Un ovino intensamente infestado puede morir antes que los huevos de este parásito hayan pasado a las heces (García *et al.*, 2011).

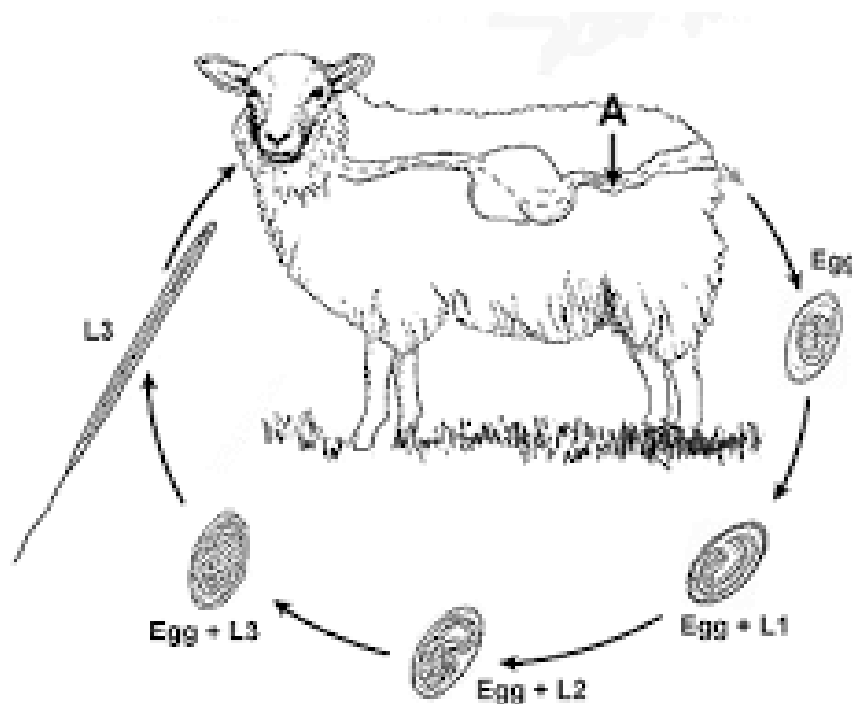


Figura 1. Ciclo biológico *Haemonchus Contortus*

2.2.3.1 Fase no parásita. Esta fase comienza con la expulsión de huevos en las heces fecales que se encuentra fuera del hospedador. Este parásito llega a depositar de 5000-15000 huevos diarios, contaminando los potreros. y de esta manera es depositado en el suelo o en el pasto y eclosiona en estadio L_1 entre 1 y 2 días y después de unas horas las larvas sufren su primera muda y cambia su envoltura transformándose en estadios L_2 estas larvas del segundo estadios es alimentado de materia fecal, detritus, granos de polen y aguas, en los días 4 a 6 evoluciona al

estadio L₃ que es la larva infectante de nuevos hospedados. (Decía *et al.*,2016., González, 2007; López *et al.*, 2011)

La larva infectante migra través de las hojas del pasto con la ayuda de la humedad en las primeras horas del día requieren una temperatura máxima promedio mensual de 17.8°C y una precipitación pluvial promedio mensual superior a los 50 milímetros (Ton, 2008).

2.2.3.2 Fase parásita. Esta fase inicia cuando las larvas infectantes son ingeridas por los animales. La ingestión de la L₃ hasta el desarrollo de los parásitos adultos, la cópula y la producción de huevos la larva infectante muda en el rumen, al haber un incremento del pH del rumen, ocasionado por la secreción de la enzima *leucinoamino-peptidasa* a través de las células neurosecretoras de la larva. La larva L₃ penetra al abomaso entre los 10 y 20 min después de haber sido ingerida en donde se transforma en larva cuatro (L₄), la cual se alimenta de tejido y de la sangre, durante este proceso se puede inhibir temporalmente su desarrollo, y posteriormente transformarse en L₅ o adulto joven, donde se empieza el periodo de reproducción, el periodo prepatente es de 19 a 21 días. (Aguilar *et al* 2011; González, 2007; Rodríguez, 2016).

2.2.4. Signos clínicos

2.2.4.1. Haemoncosis hiperaguda. Es poco común, pero puede darse en animales susceptibles expuestos a una infestación masiva repentina. El enorme número de parásito provoca rápido el desarrollo de anemia, heces de color oscuro y muertes súbita debido a la aguda pérdida de sangre, hay una gastritis hemorragia intensas.

2.2.4.2. Haemoncosis Aguda. Se observa principalmente en animales jóvenes susceptible con infestación intensa. La anemia puede desarrollarse muy rápidamente, pero se produce una respuesta eritropoyetina de la médula ósea, la anemia va acompañada de hipoproteinemia y edema, y se produce la muerte (Martínez, 2014).

2.2.4.3. Haemoncosis crónica. Es muy común y provoca considerables pérdidas económicas. La enfermedad se produce por la infestación crónica con un número notablemente bajo de parásitos (100-1000). La morbilidad es de 100%, pero la mortalidad es baja. los animales afectados están débiles, con signos de agotamiento y emaciación (Barreto, 2014).

2.2.5. Ostertagia

Tiene un ciclo de vida directo, los huevos son eliminados por las heces, y si las condiciones medio ambientales son propicias, se desarrollan hasta el tercer estadio infestante. Con buena humedad las L₃ migran a la vegetación donde son consumidas. En el rumen desenvainan y se desarrollan en las glándulas abomasales (L₃ y L₄), Afecta al abomaso (cuajar) de los rumiantes y causan severa diarrea y enflaquecimiento de los animales, afecta a los juvenes. En tiempo de frío esta parásito retrasa su desarrollo, es de clima templadas y regiones subpolares. (Rodríguez, 2016)

2.2.6. *Trichostrongylus*

Esta especie es la más pequeña que parasitan a los animales domésticos, se localiza en el intestino delgado, su ciclo de vida es directo. Son capiliformes difícil de observarlo incluso se pueden confundir con algunos otros géneros. Su distribución geográfica son considerados importantes desde el punto de vista patológico y epidemiológico en diversas zonas geológicas, templadas y cálidas (Rodríguez, 2016)

2.2.7. *Cooperia*

Estos nematodos infectan el intestino delgado de los bovinos su ciclo de vida es directo. Existen varias especies: *C. Oncophora*, *C. punctata* y *C. pectinata*, siendo estas dos últimas las que predominan en las zonas tropicales y están asociadas a cuadros de gastroenteritis en los terneros.

Los daños sobre el intestino delgado incluyen pérdida de las vellosidades intestinales, respuesta inflamatoria intensa y pérdida de proteínas plasmáticas. Su distribución geográfica es de clima templadas. En ovinos la *Cooperia curticei* es la más frecuente y puede encontrarse la *C. punctata*. (Torres *et al.*, 2007).

2.2.8. Oesophagostomum

La infección crónica es más común en ovejas y es posible que se repita la infección. Hay diarrea intermitente acompañada por disminución del apetito. En casos más severos se puede acompañar por emaciación y anemia. En animales jóvenes hay diarrea, a menudo con sangre y mucus, anorexia, debilidad, postración, deshidratación, anemia ligera a moderada, pelo áspero, pérdida de peso y menor ritmo de crecimiento. En corderos, además, alteración del grosor de la fibra de la lana. El ciclo de vida en el exterior, es de 6 a 7 días después de defecadas aparece en las larvas que se ingieren (L3). Son de distintas zonas, templadas y cálidas. (Gutiérrez, 2012; Gutiérrez, 2006)

2.3. Productos antihelmínticos

En el Cuadro 2 se menciona los antihelmínticos que son los principales métodos de control que se han estado utilizando para combatir a los parásitos gastrointestinales en los rumiantes a nivel mundial.

Cuadro 2. Principales antihelmínticos

Grupo	clasificación
BENCIMIDAZOLES	Albendazol Tiabendazol
IMIDITIAZOLES	Levamisol Morantel
LACTONAS MACROCICLICAS	Ivermectina Moxidectina Doramectina

Fuente: Rodríguez, 2016

2.3.1. El éxito de un tratamiento antiparasitario depende de los siguientes factores:

- Tipo de parásito y patogenicidad.
- Especie animal y grado de infestación.
- Alimentación y estado de salud del animal.
- Tipo de explotación y personal con que se cuenta.
- Tipo de fármaco y presentación farmacéutica adecuada
-
-

Existe varios antihelmínticos con diferentes mecanismos de acción, las principales familias son los benzimidazoles, los imidazotiazoles y las lactonas macrocíclicas son los más utilizados para el tratamiento de la nematodiasis, ya que son considerados antiparasitarios de amplio espectro (Ton, 2008).

2.3.1.2 Lactonas macrocíclicas (ivermectina). Esta molécula es el resultado de la fermentación bacteriana del *Streptomyces avermitilis*, obtenido por primera vez por Burg et al., 1979. Posteriormente se descubrió su capacidad antihelmíntica, para luego comercializarse como un fármaco de uso veterinario en 1981. (García *et al*, 2011; Hernández *et al* 2017; Ramírez, 2017).

La Ivermectina (IVM), es una lactona macrocíclica que deriva de productos de fermentación de la dihidroavermectina, antihelmíntico que presenta una alta eficacia sobre endoparásitos y ectoparásitos de las diferentes especies animales (Cuadro 3). Su mecanismo de acción involucra tanto la potenciación de los efectos del ácido alfa-amino butírico (GABA), un neurotransmisor inhibitorio de las respuestas motoras de los parásitos, como la interacción con canales glutamato-cloruro independientes de GABA, incrementando la permeabilidad de la membrana celular de las neuronas del parásito a los iones cloruro. De esta manera la ivermectina causa bloqueo neuromuscular, resultando en parálisis flácida y la

eventual muerte del parásito. El uso para su dosis es de 0.2 mg/kg y su aplicación es de vía subcutáneo. (Páez *et al*, 2008).

La IVM se aplica por vía subcutáneo u oral. La vida media de la droga en ovinos es de 3-7 días. Su concentración máxima es en el musculo (el tejido con más baja concentración, después del cerebro), el hígado y la grasa contiene la mayor parte de residuos. Sin tomar en cuenta la vía de administración, el 98% de la dosis de la IVM se excreta en las heces y el restante por la orina (Cervantes, 2005).

Cuadro 3 Espectro de actividad de la ivermectina

NEMATODOS GASTROINTESTINALES	NEMATODOS RESPIRATORIO
<i>Busnostomum</i>	<i>Dictyocaulus</i>
<i>Cooperia</i>	<i>Muellerius</i>
<i>Haemonchus</i>	<i>Protostrongylus</i>
<i>Nematodirus</i>	INSECTOS
<i>Oesophagostomum</i>	<i>Bovivola</i> (piojos)
<i>Ostertagia</i>	<i>Haematopinus</i>
<i>Strongyloides</i>	<i>Oestru</i>
<i>Teladorsagia</i>	ACARO DE LA SARNA
<i>Trichonstrongylus</i>	<i>Chorioptes spp.</i>
<i>Trichuris</i>	<i>Psoroptes spp.</i>
	<i>Sarcoptes scabiei</i> (sarna)

Fuente: Garcia *et al.*, 2011.

Los tiempos de espera requeridos según las distintas vías de administración de la ivermectina se muestran en el cuadro 4.

Cuadro: 4 Tiempo de retiro de la ivermectina

	CARNE	LECHE
ORAL	14	-
SUBCUTANEO	21	-
PERCUTANEO	21-28	28

(García *et al.*, 2011)

2.3.1.3 Bencimidazoles. Los Bencimidazoles son una familia grande de compuestos químicos que se utiliza para infecciones causadas por nematodos y trematodos en animales domésticos. El mecanismo de acción o Farmacodinamia es inhibir la polimerización de la tubulina y la enzima reductasa de fumarato, lo que produce deficiencia en la generación de energía (Adenin trifosfato –ATP-) y así, la muerte del parásito. El uso para su dosis es 5 mg/kg y es por vía oral (López *et al.*, 2010).

2.3.1.4 Imidazotiazoles. El Levamizol, al aplicarse vía IM o SC, la biodisponibilidad del compuesto es tres veces mayor que cuando se administra por vía enteral (oral), sobre todo contra los helmintos a nivel de vías respiratorias, si es SC en 30 minutos está actuando y se detecta

en plasma tres a cuatro horas después. Se elimina por orina, heces, leche y moco bronquial y es metabolizada menos del 6% en el hígado. La absorción del medicamento por parte de los parásitos se hace a través de la cutícula; como el Levamisol es un agonista colinérgico, afecta la neurotransmisión causando un efecto espástico paralizante sobre los nematodos (Márquez 2003).

2.4. Resistencia antihelmíntica (RA) en ovinos

La RA se define como un estado de no susceptibilidad o susceptibilidad disminuida al efecto de una concentración determinada de un fármaco, que en condiciones normales causa inhibición del crecimiento o muerte celular (Bonino *et al* 2003, Medina *et al.*, 2014).

Sin embargo, el uso intensivo de endectocidas, particularmente de ivermectina desde la aparición de diferentes formulaciones genéricas de este compuesto, causó un importante aumento en la presión de selección

y la aparición de los primeros informes de resistencia a endectocidas en bovinos. El desarrollo de resistencia parece ser una consecuencia inevitable del uso de los antiparasitarios a lo largo del tiempo y lleva implícitos cambios genéticos que se heredan de generación en generación. El primer caso de NGI resistentes a los antihelmínticos fue reportado en 1977, en Estados Unidos. El desarrollo de resistencia parece ser una consecuencia inevitable del uso de los antiparasitarios a lo largo del tiempo y lleva implícitos cambios genéticos que se heredan de generación en generación (Medina *et al.*,2014; Páez, *et al.* 2008).

2.4.1. Resiliencia

Es la habilidad que tiene un animal de compensar los efectos negativos del parasitismo lo cual se refleja en el mantenimiento de los parámetros productivos y reproductivos. Algunas razas presentan una moderada o baja resistencia con relativamente alta resiliencia (Rodríguez, 2016).

2.4.2. Tipos de resistencia

2.4.2.1. Resistencia múltiple. Esta se presenta cuando los parásitos son resistentes a más de dos grupos de antihelmínticos con diferentes mecanismos de acción, ya sea como resultados de selección por cada uno de los grupos independientemente o como resultado de resistencia cruzada. (Aquino, 2012; Esteba, 2018).

2.4.2.2 Resistencia cruzada. Esta ocurre, cuando la población se involucra con sustancias químicas de modo de acción diferente y es capaz de resistir el efecto de antihelmínticos con diferentes mecanismos de acción (Aquino, 2018).

2.4.2.3 Resistencia paralela. A diferencia de las anteriores, se da cuando los parásitos de una población resistente a una sustancia química son también resistentes a otro producto que tiene similar mecanismo de acción (Cervantes, 2005; Aquino, 2012).

2..5. Reportes de la presencia de Resistencia Antihelmintica en

México.

Cuadro 5. Resultados de estudios sobre RA de NGI a Lactonas macrocíclicas en México.

LUGAR	ANTIHELMINTIC O	GÉNERO DE NGI	AUTOR Y AÑO
Centro y sur de Yucatán	FEN, IVM	<i>Haemonchus</i>	Torres <i>et al.</i> , 2003b
Tlaxcala	IVM	<i>Haemonchus</i>	Montalvo <i>et al.</i> , 2003
Tabasco	NET, IVM	<i>Haemonchus</i> , <i>Teladorsagia</i> <i>y</i> <i>Oesophagosto</i> <i>mum</i>	González <i>et al.</i> , 2003
Centla, Tabasco	BZ, LM	<i>Haemonchus</i> , <i>Teladorsagia</i> <i>y Cooperia</i>	Nuncio <i>et al.</i> , 2003
Edo de Campeche	BZ, LM	<i>Trichostrongy</i> <i>lus</i>	Torres.Acosta <i>et</i> <i>al.</i> , 2007
Centro y Altos de Chiapas	BZ,IMZ, LM	<i>Haemonchus</i> <i>y</i> <i>Teladorsagia</i>	Sánchez <i>et</i> <i>al.</i> ,2008
Centro de Tabasco	BZ,IMZ, LM	<i>Haemonchus</i> <i>y</i> <i>Trichostrongy</i> <i>lus</i>	Medina <i>et al.</i> , 2011

BZ= Bencimidazol, IMZ= Imidazotiazoles, LM= Lactonas Macroscíclicas, FEN= Febendazol, NET= Netobimín. IVM= Ivermectina

Fuente: (Garcia *et al.*, 2016)

En otros países como en Chile, reportan la eficacia antihelmíntica de los fármacos IVM y FBZ, se concluye que en las borregas estudiadas los nematodos gastrointestinales presentan resistencia a IVM y FBZ y los géneros de NGI involucrados fueron *Teladorsagia* y *Trichostrongylus* (Toro *et al.*, 2014).

En el estado de Puebla, debido las condiciones climáticas, la mayoría de los productores emplean el pastoreo como base de la alimentación, al tipo de unidades de producción que son pequeñas y con métodos tradicionales, el problema de parasitosis por NGI se vuelve crítico, la producción de ovinos va disminuyendo en algunos casos por pérdidas de los animales a causa de mala alimentación, sanidad y mal uso de los antihelmínticos, y como problema agregado, la Resistencia Antihelmíntica.

La explosión demográfica mundial, exige una mayor eficacia en la producción pecuaria, para satisfacer la demanda de productos de origen animal, sin embargo, las pérdidas anuales producidas por parásitos internos y externos son incalculables. Las enfermedades parasitarias son de impacto económico negativo, porque afectan al peso (reduciéndolo

20%), reproducción y rendimientos de las especies sometidas a explotación (Sánchez, 2017).

En un estudio realizado en México se reporta que la prevalencia de NGI por género, *Haemonchus* es de 70%, en Tabasco con 65%, *Trichostrongylos* 51%, en Tabasco con 40%, *Oesophagostomun*, 44%, *Ostertagia*, 18%, *Nematodirus*, 13%, *Chabertia* 11%, *Cooperia* 2 % y una prevalencia de 2.5 de *Moniezia spp.* en Tabasco (Sánchez, 2017).

Sin embargo, González, 2011, mencionan, que, a partir de un estudio realizado en ovinos de pelo, en municipios del Estado de Tabasco, los géneros con mayor prevalencia fueron *Haemonchus* (96%) y en menor proporción *Ostertagia* (2%) y *Oesophagostomum* (2%).

En el estado de Guerrero, se reporta la presencia de NGI al inicio de la época de sequía; encontrando que el 77.63% de los animales estaban parasitados. Donde los géneros involucrados fueron *Haemonchus spp.*,

con 32%, *Cooperia spp.*, con 30%, *Trichostrongylus spp.*, con 17.33% *Oesophogostomun spp.*, con 13.67% y *Trichuris spp.*, (2%) (Sánchez, 2017).

2.6. Alternativas de control de NGI

Debido a los numerosos reportes de RA que se registran, se han buscado nuevas alternativas de control los NGI.

Las principales alternativas de control, pueden ser manejo nutricional adecuado de los animales, manejo del pastoreo, control biológico, herbolaria y desparasitación selectiva.

2.6.1. Suplementación proteica y energética

Uso de suplemento para el control de los NGI. La suplementación con proteína dietética mejora la resistencia contra infecciones de NGI tanto en ovinos como en caprinos. Se reporta que los animales suplementados reducen sus cargas de huevos por gramo de heces e incrementan su cuenta de eosinófilos periféricos. Animales suplementados con maíz tienen menor cantidad de *H. contortus* que los no suplementados, y la suplementación con maíz-soya ocasiona una mayor cantidad de larvas hipobióticas de *T. colubriformis* y *O. columbianum*. Ambas estrategias disminuyen la cantidad de hembras por cada macho de *H. contortus* y reducen la cantidad de huevos in utero de las hembras de los NGI. Las fuentes de energía, como el maíz y la melaza, han demostrado su eficacia para el control de los NGI (Aguilar *et al*, 2011).

2.6.2. Manejo de áreas de pastoreo

Cuando los animales parasitados se introducen en un potrero limpio de NGI, estos animales contaminan el pastizal, al defecar y expulsar huevos

de parásitos en las heces, y si existen las condiciones de temperatura y humedad que requieren los huevos para eclosionar, se producen larvas del primer estadio (L₁), se muda a larvas del segundo estadios (L₂), hasta llegar a larva infestante (L₃), la cual emigra a las primeras horas del día a las puntas del pasto donde posteriormente son ingeridas por los rumiantes que allí se alimentan.

Así, a medida que se incrementa la carga animal, el riesgo aumenta debido a que los niveles de contaminación de la pastura suelen ser altos y uniformes en el área de pastoreo, y además los animales se ven forzados a comer más bajo. En cambio, a medida que la carga animal disminuye permitiendo a los animales pastorear con selección de áreas, el riesgo de la enfermedad tiende a disminuir (Steffan *et al*, 2012).

En invierno, el problema se agrava cuando la disponibilidad de forrajera se va disminuyendo y los animales se ven forzados a pastar cada vez más cerca del área diseminadas sobre la pastura, incrementando peligrosamente el riesgo de infección al ingerir pasto de áreas con máxima densidad de larvas infectivas. Esto ocurre usualmente, ya que, debido a

las bajas temperaturas y el decreciente fotoperiodo, los animales mantienen un alto riesgo de enfermarse debido a que la corta altura de la pastura (5-10 cm) garantiza la ingestión de una gran cantidad de larvas infectivas (Steffan *et al*, 2012).

La rotación de potreros es una manera de disminuir el impacto de los parásitos, ya que reduce la ingestión de larvas infectantes en el forraje que ingieren los animales. Cuando se utiliza la rotación de potreros se permiten períodos de descanso de la pradera, lo que permite que la radiación solar y el ciclo biológico natural de los NGI reduzcan la población de larvas infectantes (García *et al.*, 2016).

El descanso del área de los pastizales, permite disminuir las poblaciones de las larvas, por no haber huésped quien lo ingiera, provocando la pérdida de viabilidad y finalmente mueren en un período de aproximadamente de 28 a 35 días (López *et al.*, 2015), aunque esa reducción nunca llega a cero (Fiel *et al.*, 2005).

El pastoreo alternado con distintas especies está basado en que la transmisión cruzada de los parásitos entre distintas especies es tan restringida que permite la eliminación de la mayoría de los géneros parasitarios; lo habitual es alternar bovinos con ovinos (Fiel *et al.*, 2005).

2.6.3. Bacterias

Bacillus thuringiensis (*Bt*) es una bacteria gram-positiva que produce inclusiones cristalinas durante la fase de esporulación con alta actividad insecticida. existen dos superfamilias de toxinas: las Cry y las Cyt. Entre estas cepas, algunas de ellas tienen actividad tóxica hacia nematodos de vida libre y nematodos parásitos de plantas y animales. El modo de acción nematicida de las cepas de *Bt* no ha sido aún determinado, pero algunos de sus derivados han mostrado inhibir el desarrollo de larvas y causar la muerte de adultos (Vázquez *et al.*, 2012).

2.6.4. Partículas o agujas de cobre

El sulfato de cobre (Cu) en algún momento se empleó para el control de los NGE en los rumiantes, sin embargo, para su correcto funcionamiento el sulfato necesita llegar directo al abomaso para encontrarse en un medio ácido donde los compuestos letales del Cu puedan ser liberados. Las partículas o agujas de óxido de Cu, al ser colocadas en cápsulas de gelatina y administradas por vía oral, pasan a través del rumen y se alojan en los pliegues del abomaso donde liberan los iones de Cu, los cuales tiene efecto antiparasitario, (Cuéllar, 2007)

2.6.5. Control biológico

Entre estos agentes biológicos, los que han demostrado un rol importante sobre los estados de vida libre de nematodos intestinales son escarabajos fecales y gusanos de tierra. Los escarabajos remueven rápida y completamente la materia fecal y por lo tanto eliminan directamente las larvas parasitarias infectantes presentes en ella. Sin embargo, son muy dependientes de situaciones ambientales (Ruiz, 2015).

Estudios más recientes para el control de NGI en las áreas de pastoreo, mencionan como una opción a los hongos nematófagos. El mecanismo de acción de los hongos nematófagos es una combinación de la liberación de enzimas hidrolíticas extracelulares como proteasas séricas, quitinasas y colágenas que digieren la cutícula del nematodo y fuerza mecánica (órganos de captura). Una hora después de la penetración, forma un bulbo infectivo en el interior del nematodo y en pocas horas ocupa completamente el cuerpo de este. El proceso de digestión puede llegar a durar hasta una semana, tras lo cual la hifa trófica se lisa y el hongo se desarrolla de nuevo saprofiticamente, hasta que la presencia de nematodos en el medio estimula nuevamente su actividad predatora (García *et al.*, 2016).

Los hongos nematófagos son microorganismos que atrapan, destruyen y se alimentan de nematodos vivos en el suelo. Estos han presentado resultados variables contra *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia sp.*, *Oesophagostomum sp.*, *Dictyocaulus viviparus*, *Strongyloides papillosus*, entre otros. (Orozco *et al.*, 2019)

2.6.6. Uso de Herbolárea para el control de NGI

Algunas plantas con propiedades antiparasitarias que han permitido confirmar el interés potencial es la *Cratylia argentea*, *Lespedeza china*, *Trifolium repens* (López *et al.*, 2015), ajo (*Allium sativa*), de saifoin (*Onobrychis viciifolia*), papaya (*Carica papaya*), hoja de yuca (*Manihot sculenta*), o algunas arbóreas tropicales como *Leucaena leucocephala*, *Lysiloma latisiliquum*, *Pithecellobium dulce* y *Lysiloma acapulcensis*, entre otras), (Olmedo *et al.*, 2015).

Estudios recientes revelan que el extracto de *Lespedeza cuneata* y el *Oxalis tetraphylla* en ovinos permite reducir la eliminación de huevos de nematodo *Haemonchus contortus* en valores cercanos al 50% (López *et al.*, 2015). Como también los extractos acuosos de liofilizados de *Lysiloma acapulcensis* y *Pithecellobium dulce*, en una evaluación *in vitro* sobre la eclosión de huevecillos, desarrollo y migración larvaria de nematodos gastrointestinales de ovinos ambas especies presentaron efectos antiparasitarios, lo cual revela su potencial para el control de nematodos gastrointestinales de ovinos criados bajo condiciones subtropicales (Olmedo *et al.*, 2014).

También se encuentra en estudio el uso de extracto de *Caesalpinia coriaria* que ha demostrado a diferentes concentraciones, gran efecto ovicida y sobre larva infectante (L₃) de *Haemonchus contortus*, (Martínez *et al.*, 2018).

2.6.7. Desparasitación selectiva

Ante la situación de la desparasitación existe el método FAMACHA© que relaciona la coloración de la conjuntiva del ojo con el estado anémico ocasionado por el parásito *Haemonchus contortus*. Este método permite desparasitar selectivamente a los animales más afectados y a su vez realizar una selección de individuos resistentes a esta patología, reduciendo el empleo de los desparasitantes (Vargas *et al.*, 2006).

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. Al tener conocimiento de estos fenómenos, establecieron

estrategias de desparasitación selectiva en las cuales los tratamientos antiparasitarios se destinan exclusivamente a los animales que realmente los requieren (Medina *et al.*, 2014).

Los indicadores de fenotipo son mediciones prácticas para determinar el daño causado por NGI de ovino en trópico. Su aplicación pretende guiar a los ovinocultores en la selección genética de animales resistentes a nematodos y tratar solo a los susceptibles. Además, pretende disminuir los problemas de salud por nematodos y resistencia antihelmíntica en ovinos. López *et al.*, 2012.

Los indicadores de fenotipo son el número de huevos por gramo de heces (HPG), el valor del porcentaje del volumen celular aglomerado (%VCA), la calificación de la condición corporal (CC) (escala 1-5), la evaluación del color de la mucosa palpebral tomando como base la metodología de FAMACHA) y signos de parasitosis por NGI como debilidad, diarrea, inapetencia, etc. Los criterios fenotípicos son de gran apoyo, ya que indican el grado de infestación y severidad de la Haemoncosis (González, 2007).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se desarrolló en unidades de producción de ovinos en sistema extensivo o semiextensivo, en los municipios de Tehuacán, Chignahuapan, Ixtacamaxtitlán y Hueytamalco.

3.1. Localización

La investigación se realizó en el estado de Puebla en los distritos de Desarrollo Rural (DDR-Puebla), como son Tehuacán, Zacatlán, Teziutlán figura 2. Participaron siete unidades de producción de ovinos. Una en la comunidad de San Marcos (Tehuacán de la zona Sur- Oriente), dos de la comunidad de Acoculco y dos de Potrerillos, en el municipio de Chignahuapan (Zacatlán). Dos de El Llanete- Tepecuahuiusco de la zona norte de Ixtacamaxtitlán y uno en Yagostera, Hueytamalco, (Teziutlán) de la zona Oriente del estado de Puebla

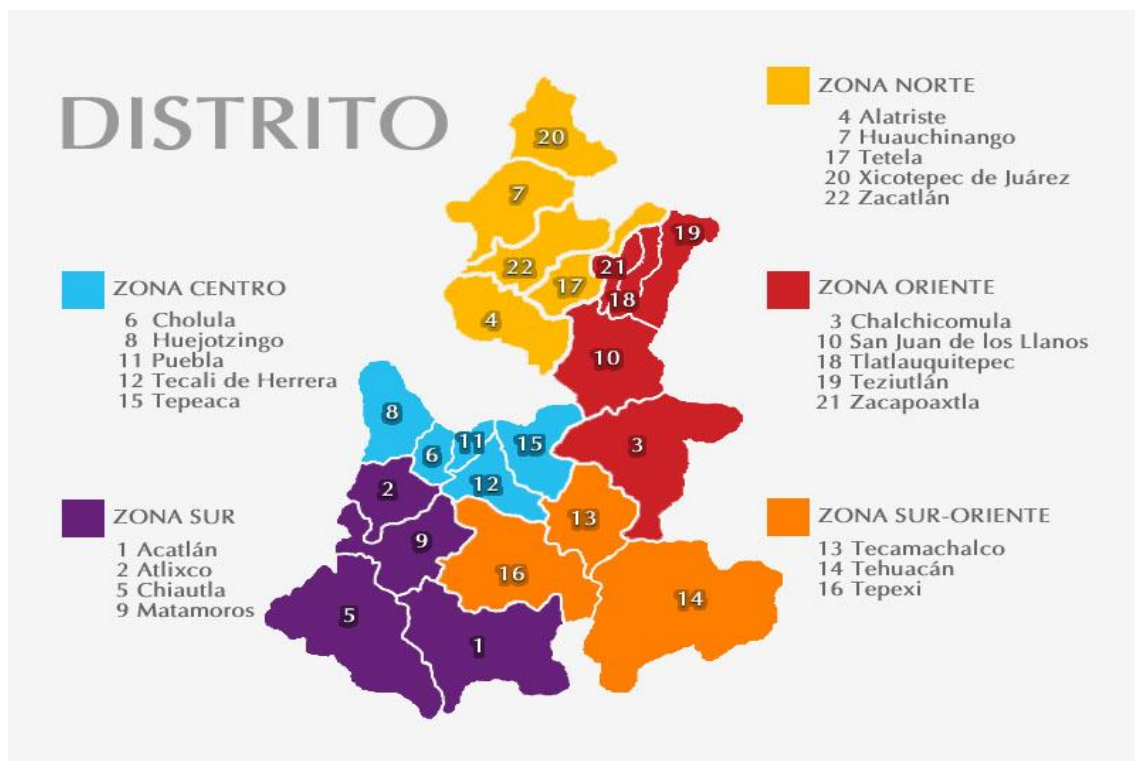


Figura 2. División del estado de Puebla por Distrito de Desarrollo Rural

3.2 Animales experimentales

Participaron siete rebaños con un total de 760 ovinos de diferentes edades, sexo y composición racial. Todos los rebaños pastoreaban en terrenos propios y/o comunales. Las unidades de producción participantes deberían tener como base de su alimentación el pastoreo, contar con un número mínimo de 20 animales mayores de 4 mes de edad, no haber recibido tratamiento con antihelmínticos en un período igual o mayor a 60

días y que los propietarios manifestaran que aun aplicando sus tratamientos antiparasitarios, notaban que un número importante de los animales, mostraban signos de parasitosis gastrointestinal.

Para formar parte del grupo experimental, deberían tener cargas parasitarias de nematodos gastrointestinales (NGI) igual o mayores a 200 huevos por gramo de heces (HPG) diagnosticados con la técnica cuantitativa de Mc Master (Thierpont, 1986). Durante el estudio los ovinos de los diferentes rebaños participantes recibieron el manejo acostumbrado, solo se prohibió el uso de antihelmínticos.

3.3. Actividades en campo

3.3.1. Registro de información por medio de aplicación de encuesta

Para contar con información acerca de las unidades de producción y de cada animal, se le aplicó una encuesta (Anexo I) a cada productor

participante en el proyecto de investigación, con preguntas sobre instalaciones y manejo general, de alimentación y sanitario de sus rebaños. La información obtenida es importante para identificar posibles factores que tengan relación con la resistencia antihelmíntica. En todas las unidades de producción se entrevistó al propietario y se registraron sus respuestas.

3.3.2. Obtención de muestras para el análisis y diagnóstico de RA.

Para la determinación de resistencia a Lactonas macrocíclicas (Ivermectina), se realizó un muestreo general obteniendo muestras de heces a todos los animales (día -1), para conocer su situación en cuanto a carga parasitaria de NGI. Del muestreo general se seleccionaron de 22 a 30 ovinos infectados de manera natural con NGI por unidad de producción, diagnosticados mediante análisis coprológico de muestras fecales en laboratorio por medio de la Técnica de Mc Master. Los animales seleccionados fueron distribuidos en dos grupos aleatoriamente, formando el grupo Testigo I y el grupo Tratado II, el grupo tratado se le aplicó una dosis de Ivermectina de 200 mcg/kg de peso vivo vía subcutánea (día 0) (pre-tratamiento). Después de 14 días se realizó un

segundo muestreo (día 14) (pos-tratamiento). Con la información se realizó la Prueba de Reducción del Recuento de Huevos Fecales (FECRT) para evaluar la resistencia de las poblaciones de NGI a Lactonas macrocíclicas. En el día 0 y en el día 14 se colectaron muestras de heces para realizar coprocultivo en palangana para la obtención de larvas infectantes (L₃).

El día 0 y el día 14, se obtuvo información de los indicadores de fenotipo mediante la recolección de muestra de sangre para determinar el porcentaje de volumen celular aglomerado (%VCA) por medio de microhematocrito; evaluación del color de la mucosa palpebral (1,2,3) figura 3; calificación de la condición corporal (CC) escala 1 a 5, y registros de los signos clínicos de nematodosis presentes.

3.3.3. Técnicas de laboratorio.

3.3.3.1. Técnica de Mc Master. El conteo de HPG se realizó siguiendo la metodología citada por (Thierpont, 1986). Utilizando bolsas de plástico, se

tomaron muestras de heces de los animales directamente del recto para evitar contaminación, estas muestras fueron identificadas para su traslado al laboratorio manteniéndolas a 10°C en hieleras de polietileno para controlar la eclosión de los huevos. Se tomaron dos gramos de heces y se mezclaron con 28 ml de solución salina saturada en tubos de 50 ml hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente se colocó una gasa al tubo para impedir el paso de detritus, con ayuda de una pipeta de plástico, se tomó una muestra de 0.30 ml para llenar la cámara de Mc Master, teniendo cuidado de tomar la muestra mientras la solución se encontraba en movimiento. La lectura se realizó en un microscopio compuesto con el objetivo 10X, los huevos de NGI que se encontraban dentro de las líneas marcadas de los dos compartimientos correspondientes eran sumados para tener un conteo final y aplicar la siguiente fórmula:

$$HPG = \text{Conteo final} \times 100 / 2$$

3.3.3.2 Coprocultivo (método en palangana). Se realizó la técnica de coprocultivo en palangana para la obtención de larvas infectantes (L₃). Posteriormente, se eliminó la segunda muda de L₃ con hipoclorito de sodio

(0.187%) y detritus fecales con gradientes de sacarosa (40%) y centrifugación (2500 r.p.m.). Finalmente, se formaron pellets de 10 a 30 L₃, y se conservarán a -20 °C hasta su uso. El coprocultivo en palangana para la obtención de L₃ se realizó por fecha de muestreo (días pre-tratamiento y pos-tratamiento), por rebaño y por grupo experimental.

En el Laboratorio del CENID-PAVET del INIFAP, se realizaron las técnicas para extracción de ADN y el genotipado de los géneros de NGI presentes. El ADN genómico (ADNg) de L₃, fue aislado con un kit comercial de extracción para tejido adaptado a nematodos siguiendo el protocolo del fabricante. El Genotipado, se llevó a cabo por PCR de punto final utilizando iniciadores específicos para determinar los géneros de nematodos presentes en la infección parasitaria, siguiendo la metodología de (Encalada *et al.*, 2008).

3.3.4. Indicadores de fenotipo considerados para la desparasitación selectiva

3.3.4.1 Evaluación del color de la mucosa palpebral. En la búsqueda de retrasar la resistencia antihelmíntica en Sudáfrica, se creó el método FAMACHA. El término FAMACHA es un acrónimo del autor de la idea, Dr. Faffa Malan, FAffa MAlan CHArt, relativa al método consistente en evaluar clínicamente a los animales de un rebaño para que indirectamente pueda conocerse el efecto de la parasitosis y, en base a eso, se tome la decisión de aplicar el tratamiento antihelmíntico de forma selectiva en campo (Figura 3) (Vargas *et al.*, 2006).

Este método parte del principio que dentro de un hato existe una proporción de individuos (ovinos) completamente susceptibles, mientras que otros muestran distintos grados de resistencia o tolerancia a los nematodos. La utilización de modelos matemáticos permitió desarrollar la hipótesis de que la resistencia antihelmíntica puede ser dilatada en el tiempo, tratando sólo aquellos animales afectados severamente por los nematodos Vargas *et al.*, 2006.

El grupo de investigadores dirigido por la Dra. López Arellano del CENID-PAVET del INIFAP, consideraron insuficiente este método como único, ya que solo identifica el grado de anemia en los animales, por lo que se realiza

la propuesta de aplicar tratamiento antihelmíntico en base a indicadores de fenotipo (número de HPG, % de VCA, color de la mucosa palpebral, calificación de la CC y presencia de signos clínicos de parasitosis). Para ello se elabora un cuadro con los criterios para la toma de decisiones (Cuadro 6). (González et al., 2007).



Figura 3. Evaluación del color de la mucosa.

Cuadro 6. Indicadores de fenotipo para la desparasitación selectiva contra nematodos gastrointestinales de ovinos.

INDICADOR	NO TRATAR	TRATAR	TRATAR
HPG	≤450	500-2500	>2500
% VCA	≥30	23-29	≤22
CC	≥2.5	2.5-2.0	<2.0
MUCOSAS	1	2	3
SIGNOS	Ausentes	Presentes todos o algunos	Presentes todos o en su mayoría
	Seleccionar resistentes		Eliminar altamente susceptibles

HPG= huevos por gramo de heces aglomerado
CC= condición corporal
pálido 3= rosa muy pálido a blanco

VCA= Volumen celular
Mucosas: 1= rosa-rojo, 2= rosa

3.3.4.2 Determinación del %VCA. A partir de la obtención de una muestra de sangre venosa obtenida con aguja Vacutainer estéril de la vena yugular, se utilizaron tubos estériles con anticoagulante (E.D.T.A) llenándose a un tercio de su capacidad. Los tubos se identificaron y conservaron en refrigeración (4°C), se trasladaron al laboratorio, donde de cada muestra se realizó el llenado de tubo capilar para microhematocrito hasta $\frac{3}{4}$ partes, se sellaron por un extremo, posteriormente se colocaron en la centrifuga para microhematocrito (LW Scientific, Inc. Modelo LWS-M24), durante 5 minutos a 2500 rpm. Concluido el tiempo se formó el conglomerado o paquete celular separándose del plasma, se procedió a la lectura y se registró el dato como porcentaje (% de VCA).

3.3.4.3 Calificación de la condición corporal. La Condición corporal (CC) se define como la cantidad de grasa en relación a la cantidad de materia no grasa en el cuerpo del animal en vivo (Russel *et al*, 1969).

Existen diversas técnicas para calificar la CC sin embargo no se pueden utilizar en condiciones de campo como la medición profunda de diversos tejidos por medio de ultrasonido, pero es más utilizado en bovinos. La

medición de la profundidad de la grasa dorsal 12^a costilla con la ayuda de ultrasonido encontraron un coeficiente de correlación de 0.91 cuando se comparó esta medición encima del músculo *longissimus dorsi* en la última costilla y la profundidad de la grasa en canal, y 0.76 cuando se correlacionó la medición del ultrasonido con el total de la grasa de la canal.

La evaluación subjetiva de CC puede estimar de manera muy práctica la proporción de grasa en el cuerpo del animal. Investigaciones preliminares realizadas por Russel y su grupo de colaboradores en un lapso de tres años, en los cuales contaron con la colaboración de seis observadores, demostraron, que la repetibilidad del grado de condición corporal dentro de observadores fue mayor del 80%, de tal manera que menos del 15% de las observaciones difirieron de 1.0 grado. La repetibilidad entre observadores fue más del 70% difiriendo menos del 20% por 0.5 grado y menos del 10% en 1.0 grado.

En este método referido es el siguiente: primero se debe juzgar la prominencia de las apófisis espinosas de las vértebras lumbares mediante palpación, la angulosidad y grado de cobertura al final de las apófisis

transversas de las vértebras lumbares. La cantidad del tejido muscular y grasa por debajo de las apófisis transversas de las vértebras lumbares, se evalúa sujetando las vértebras lumbares entre los dedos medio, índice y pulgar. Para apreciar la profundidad del músculo *Longísimus dorsi* y la cantidad de grasa subcutánea, se palpa el tejido que queda entre las apófisis espinosas y transversas (Aguilar *et al*, 2010).

Grado 1: Las apófisis espinosas están prominentes y angulosas; las apófisis y transversas también están angulosas, los dedos pasan fácilmente por debajo de los extremos de las apófisis pudiendo sentir cada apófisis; el músculo *L. dorsi* es poco profundo es poco profundo y carece de grasa subcutánea perceptible encima (Romero, 2015).

Grado 2: Las apófisis espinosas se sienten prominentes. Debajo de la piel un tejido liso se puede sentir con corrugaciones finas; las apófisis transversas están lisas y redondeadas, y se pueden pasar los dedos por debajo de los extremos de las apófisis ejerciendo poca presión; la profundidad del *L. dorsi* es moderada y la grasa subcutánea es escasa.

Grado 3: Las apófisis espinosas tienen una pequeña elevación, están lisas y redondeadas, se pueden sentir un poco de tejido si se ejerce una ligera presión con los dedos; las apófisis transversas están lisas y bien cubiertas, se requiere de una presión firme para sentir sus extremos; el músculo *L. dorsi* está totalmente cubierto con una moderada cantidad de grasa subcutánea.

Grado 4: Las apófisis espinosas se detectan solo si se ejerce una presión firme en sus extremos; el músculo *L. dorsi* está completamente cubierto con una capa gruesa de grasa subcutánea; las apófisis transversas no se sienten. La CC tiene efecto en la productividad de las ovejas, es en el grado 3 donde pueden manifestar su capacidad productiva, las ovejas Pelibuey con menor CC presentan un número menor de estros en los meses de marzo y abril en comparación con las mejor calificadas (Olazarán, 2005; Romero, 2015).



Figura 4. Clasificación de la condición corporal

3.4. Diseño experimental

Diseño experimental de la Prueba de reducción de huevos en heces (FECRT) que compara el número de huevos eliminados antes y después del tratamiento antihelmíntico

Cuadro 7. Diseño experimental de (FECRT)

Día	Grupos	
	-Testigo I Sin tratamiento	-Tratado II con Ivermectina al 1%
-1	-Obtención de muestra de heces -Determinación de HPG (McMaster) -Coprocultivo en palangana	-Obtención de muestra de heces -Determinación de HPG (McMaster) -Coprocultivo en palangana
0	-Aplicación de placebo. -Registro de indicadores de fenotipo.	-Aplicación de tratamiento 200 mcg/kg peso vivo vía SC. -Registro de indicadores de fenotipo.
14	-Obtención de muestra de heces -Determinación de HPG (McMaster) -Coprocultivo en palangana -Registro de indicadores de fenotipo. Tratamiento con ivermectina al 1%, 200 mcg/kg peso vivo vía SC.	-Obtención de muestra de heces -Determinación de HPG (McMaster) -Coprocultivo en palangana -Registro de indicadores de fenotipo.

Hpg= huevos por gramo de heces SC= subcutánea

El día -1 se aplicó la encuesta al productor, se identificaron animales que les faltaba arete o tatuaje, se registraron datos particulares (edad, sexo, raza), se obtuvieron muestras de heces a todos los animales del rebaño, una vez realizada la técnica de McMaster, se formaron los grupos experimentales. El día 0 y el día 14, las muestras de heces se tomaron solo a los animales de los grupos experimentales, posteriormente al grupo

testigo se les aplicó Tratamiento con ivermectina al 1% a razón de 200 mcg/kg peso vivo vía SC. El registro de indicadores de fenotipo incluyó, la toma de muestra sanguínea para realizar microhematocrito para determinar el Volumen Celular Aglomerado (VCA) en porcentaje, calificar la condición corporal por medio de la palpación de la región lumbar (Escala 1-5) y la evaluación del color de la mucosa palpebral (1, 2, 3), así como la observación de signos clínicos de parasitosis gastrointestinal. El coprocultivo en palangana para la obtención de L₃ se realizó por fecha de muestreo (días pre-tratamiento y pos-tratamiento), por rebaño y por grupo experimental.

3.5. Análisis estadístico para medir la eficiencia del tratamiento antihelmíntico.

Para la interpretación de los datos de la Prueba de Resistencia Antihelmíntica se aplicó el análisis estadístico Excell RESO © (CSIRO, 1993 Division Animal Health de Wursthorn y Martin) recomendada por Coles et al., 1992) quienes mencionan que los parámetros para determinar si hay resistencia a los antihelmínticos, tiene que tener un porcentaje de

reducción de HPG menor al 95% y menos del 90% del intervalo de confianza (95%), siendo los únicos parámetros que se toman en cuenta para medir la resistencia a los antihelmínticos (Coles *et al.*, 1992; Coles *et al.*, 2006).

El análisis Excell RESO © se basa en las siguientes fórmulas:

1.- El cálculo para la obtención del porcentaje de reducción

$$R = 100 (1 - \bar{X}_T / \bar{X}_G)$$

Donde:

R= % de Reducción de huevos

\bar{X}_T = Media aritmética del grupo tratado

\bar{X}_G = Media aritmética del grupo testigo (sin tratar)

2.- Cálculo para el intervalo de confianza (95%) se realizó siguiendo la media aritmética.

Límite de Confianza

Superior

Inferior

$$100 [1 - \bar{X}_T / \bar{X}_G \exp (-2.048\sqrt{y^2})]$$

$$100 [1 - \bar{X}_T / \bar{X}_G \exp (+2.048\sqrt{y^2})]$$

Donde:

\bar{X}_T = Media aritmética del grupo tratado

\bar{X}_G = Media aritmética del grupo testigo (sin tratar)

y = Varianza de reducción

Criterio de clasificación

Resistente: Si R es menor de 95% y si el límite de Intervalo de Confianza (95%) es menor a 90%.

Sospechoso: Cuando solo uno de los criterios se cumple

Susceptible: Si no se cumple alguno de los dos criterios antes mencionados.

4. RESULTADOS

4.1 Información obtenida a partir de la encuesta aplicada

4.1.1 Tamaño de los rebaños

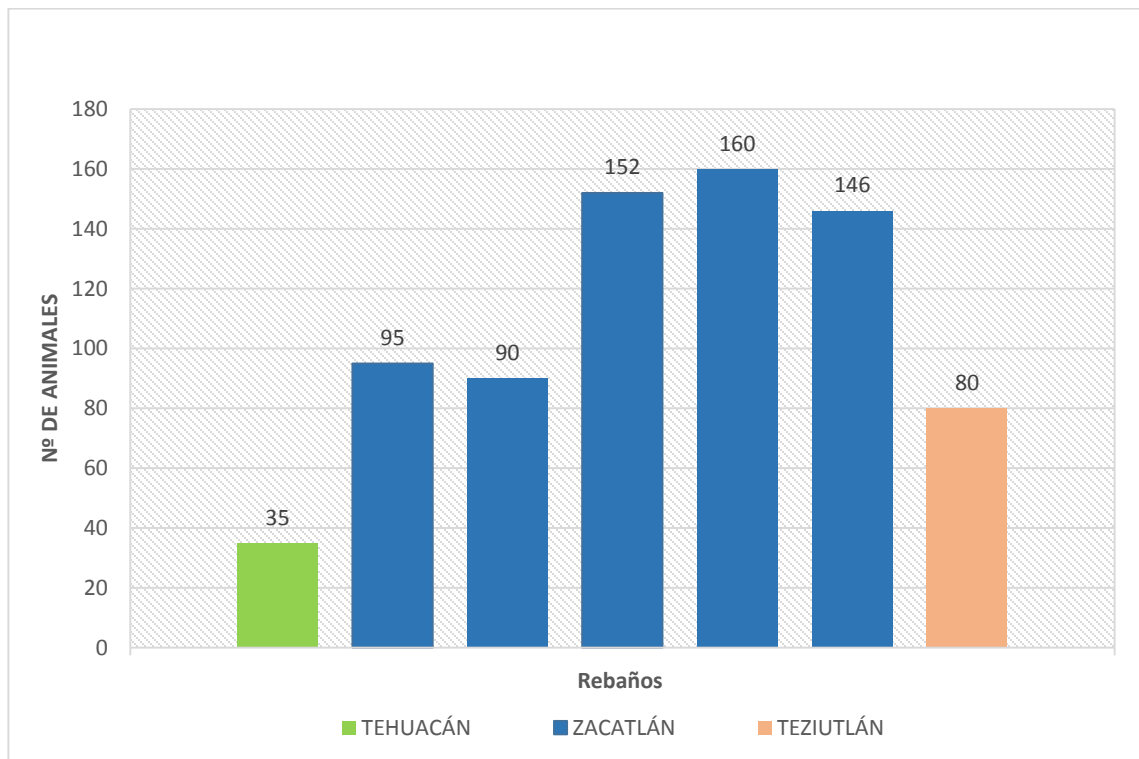


Figura 5. Número de ovinos por rebaño que participaron en el estudio

4.1.2. Composición racial

Predominaron los animales con mezcla de razas (cruzas), tanto de razas de lana como razas de pelo. En el DDR- Zacatlán se encuentran los animales con mayores características de raza pura.

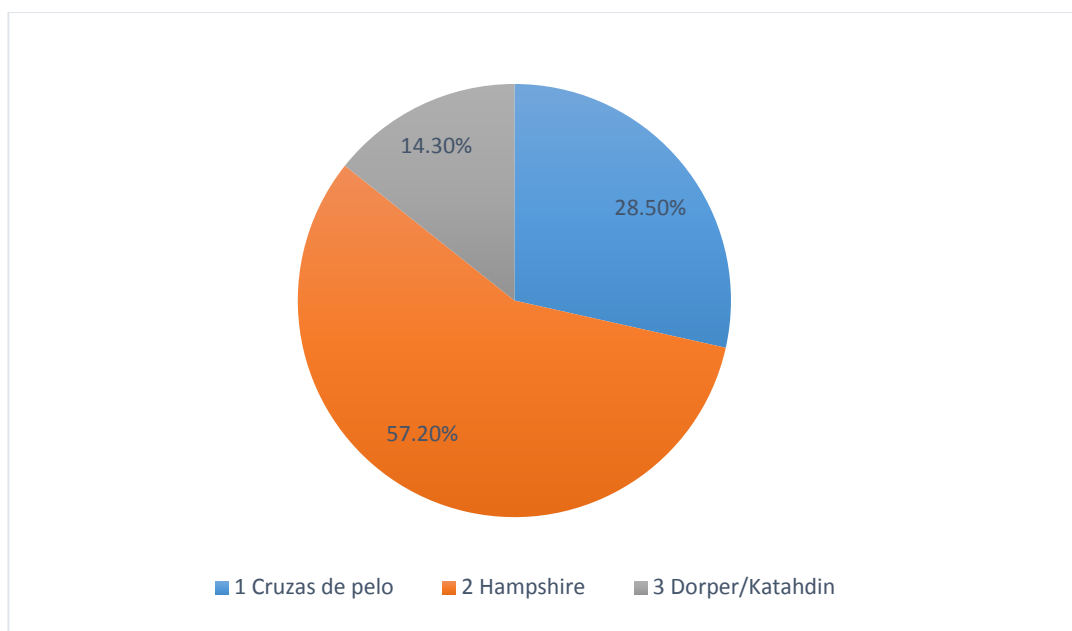


Figura 6. Raza o genotipo de los animales en el estudio

4.1.3. Sistema de producción

El 57 % de los ovinocultores tienen un sistema de producción extensivo, realizan el pastoreo entre seis y siete horas al día basando su alimentación en el consumo de pastos nativos en potreros propios y comunales.



Figura 7. Tiempo dedicado al pastoreo por rebaño

El 43% restante, mantienen a sus animales en un sistema semiextensivo, donde dependen del pastoreo (2 a 10 h de pastoreo) y complementan la alimentación en época crítica. Los corderos son engordados estabulados, alimentados con forrajes y alimento balanceado.

En la época de frío, reducen las horas de pastoreo para evitar exposición de los animales y evitar riesgos de contraer enfermedades o tener pérdidas por defunciones.

4.1.4. Productos utilizados como complemento al pastoreo

Los productos utilizados son aquellos esquilmos que poseen de sus cultivos como el tlazole (planta del maíz), pajas de cebada o avena, forrajes que cultivan para tal fin como la avena forrajera que suministran achicalada, maíz grano que lo ofrecen quebrado o molido. Solo el 30 % de los productores compran pastas oleaginosas y/o granos para balancear raciones que ofrecen a sus animales.

Cuadro 8. Productos utilizados para complementar la alimentación

N° de Rebaño	Tlazole, pajas	Maíz grano	Avena forrajera	Brócoli, calabaza	Caña japonesa	Alimento balanceado
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

De acuerdo a lo que expresaron los entrevistados, todos aplican tratamientos antihelmínticos para el control de NGI, con una frecuencia establecida. No realizan el pesaje para aplicar la dosis que recomienda el laboratorio que lo produce, solo calculan el peso por apreciación visual. No realizan diagnóstico de laboratorio ni evalúan la eficacia del producto que aplican.

Cuadro 9. Tratamientos utilizados para el control de NGI

Antihelmíntico Utilizado	N° de rebaños	Frecuencia
Ivermectina	5/7	c/4-6 meses
Bencimidazoles	1/7	c/6 meses
Levamisol	1/7	c/6 meses

4.1.5. Enfermedades que detectan en los rebaños.

Además de los problemas por parasitosis, los productores manifestaron que se presentan enfermedades del tracto respiratorio, infecciones podales, desnutrición, edema submaxilar y anemia. No acuden a laboratorio de diagnóstico. El 80% no consultan a profesionales del área, solamente tienen asesoría cuando el gobierno del estado les asigna un técnico extensionista.

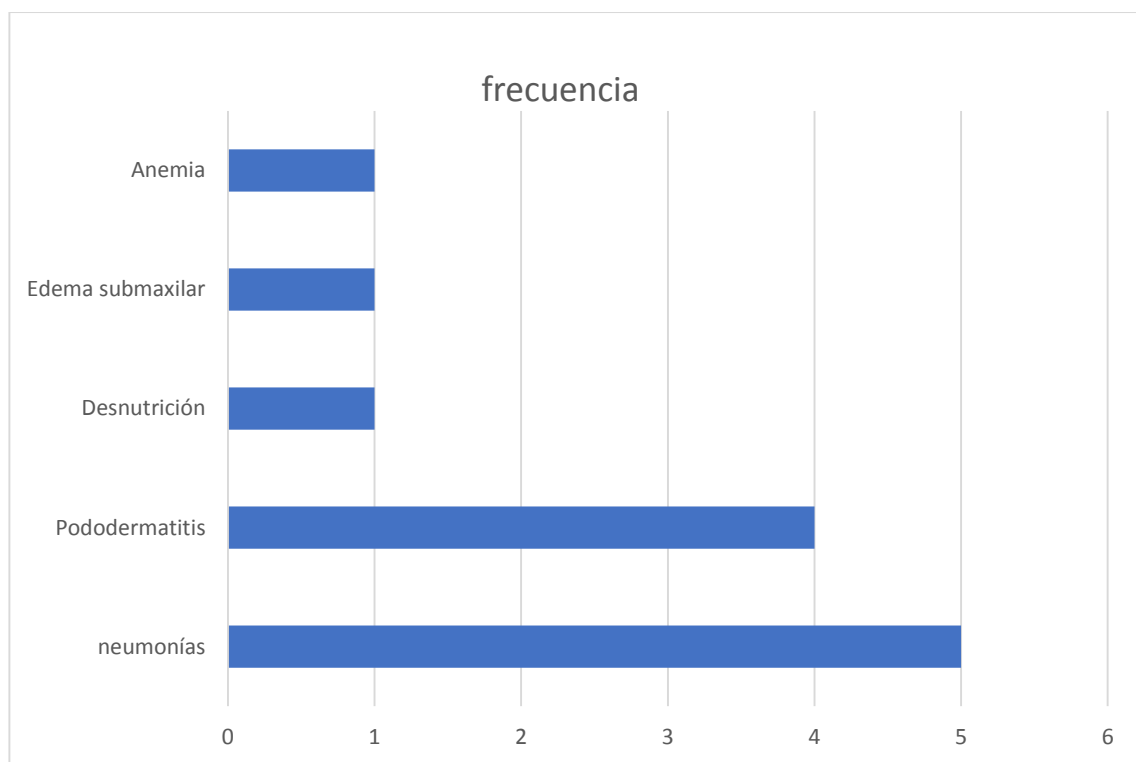


Figura 8. Frecuencia con que se presentan otras enfermedades en los rebaños participantes en el estudio

4.1.6 Presentación de mortalidad en el rebaño

De acuerdo a lo que respondieron los ovinocultores, la mortalidad anual en sus rebaños es de 0 a 15% en los corderos y de 0 a 10% en animales adultos. La realidad es que desconocen esta información porque no llevan registros productivos ni económicos en las unidades de producción.

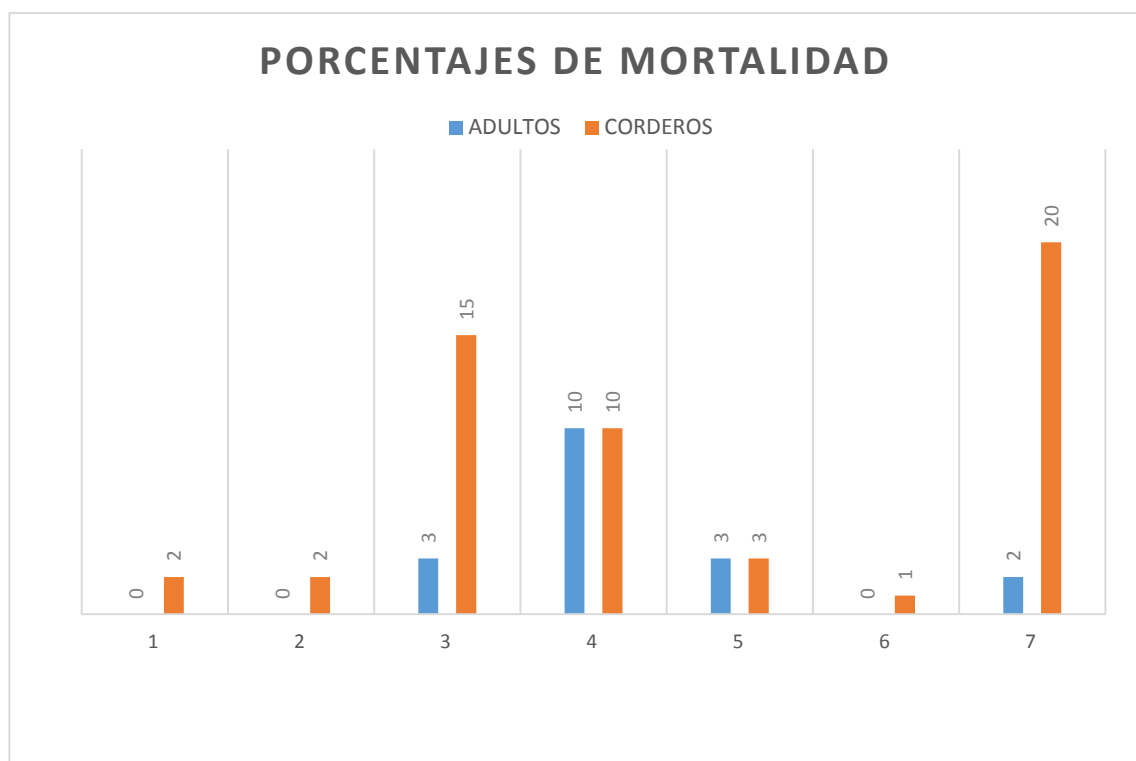


Figura 9. Mortalidad de animales adultos y corderos en cada rebaño participante en el estudio

Al realizar la pregunta abierta sobre la época en que se presentaba la mortalidad más elevada durante el año, los productores identificaron tres diferentes épocas que fueron época de frío, de sequía y el invierno.

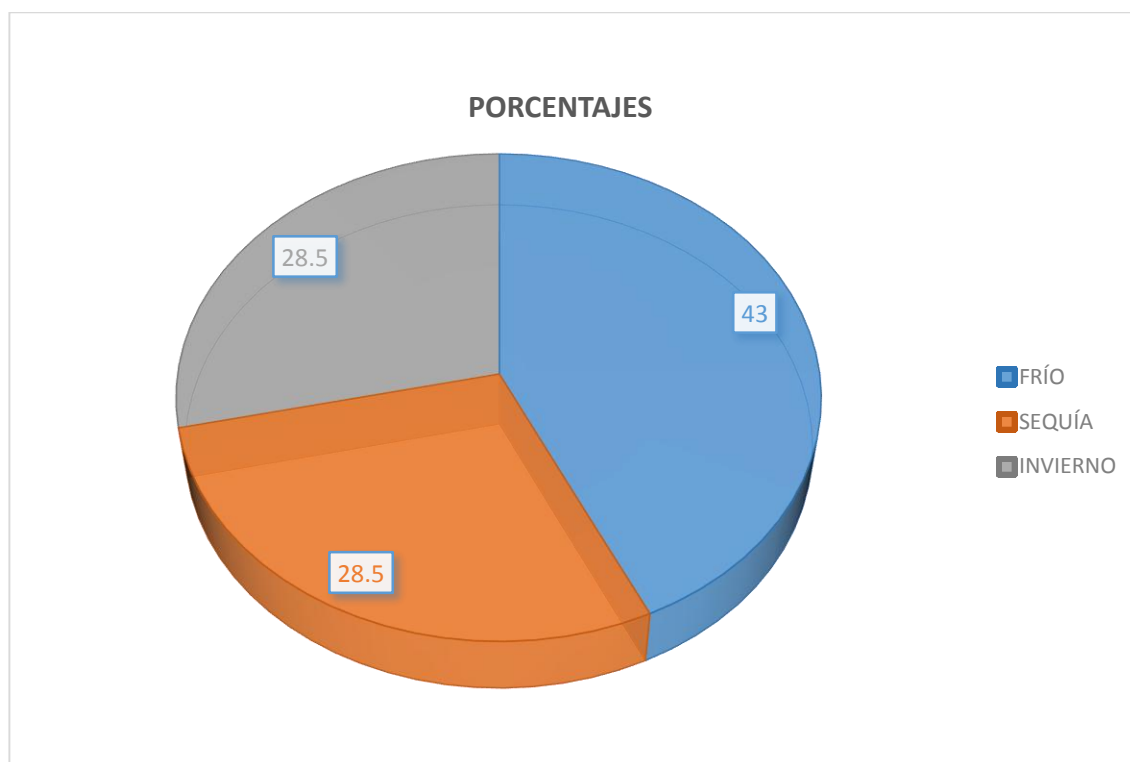


Figura 10. Época de mayor presentación de defunciones
Época de frío = octubre a febrero
Época de sequía= diciembre a mayo
Época de invierno= diciembre a marzo

La mortalidad se incrementa en la época que desciende la temperatura. El 43% de los ovinocultores manifiesta la época de frío como la época crítica para la sobrevivencia de los ovinos. El 28.5% define la época de mayor presentación de mortalidad durante la sequía, lo cual puede estar más relacionada con baja disponibilidad de pastos. El resto de los productores

(28.5%) identifica el invierno como la época de mayor presentación de mortalidad, describiendo una época más corta que los demás.

4.1.7. Instalaciones y manejo del rebaño.

Todas las instalaciones cuentan con techado de lámina galvanizada en buenas condiciones, el 57% de las unidades de producción tienen piso de tierra, el 28.5% de concreto y el 14.5% tienen una parte de tierra y una parte de concreto.

Las paredes y divisiones de los corrales cumplen su función aun cuando las construyen de diferentes materiales, el 71.5% de las unidades de producción tienen construcciones de mampostería, todas ellas están ubicadas en el DDR de Zacatlán. El 28.5% de las unidades de producción utiliza madera para delimitar sus corrales.

Los apriscos están provistos de comederos contruidos con madera y bebederos que generalmente son depósitos de plástico adaptados, algunos con deficiencias y provocan humedad excesiva en los pisos de los corrales.

La mayoría de las unidades de producción cuentan con más de un corral de estancia, lo que permite dividir a los animales en grupos, sin embargo, salen a pastorear juntos y al encierro no hay grupos definidos como lotes conformados en base a edad o a estado fisiológico. Los corderos machos destinados a la engorda, los mantienen estabulados con forraje picado y alimento balanceado.



Figura 11. Instalación

Las ovejas se aparean desde el mes de mayo, El 28% de los productores contratan técnico para realizar la inseminación artificial con protocolos que incluyen el uso de hormonales.



Figura 12. Corderos seleccionados para sementales

4.1.8. Procedencia de animales que adquieren para pie de cría.

Los productores del DDR de Zacatlán, dicen que solo adquieren sementales y lo realizan en el estado de Hidalgo (Singuilucan), pues las hembras para reemplazo ellos las producen.

Los productores del DDR de Tehuacán los adquieren principalmente de San Pablo Tepetzingo, Tehuacán.

4.2. Resultados de la prueba de campo para el diagnóstico de resistencia antihelmíntica

En el cuadro 10 muestra la reducción de huevos por gramo de heces de las pruebas pre-tratamiento y pos-tratamiento de los grupos I Testigo y II Tratado con Ivermectina, 200 mcg /kg de peso corporal, nos dio como resultado la eficiencia del producto aplicado y el estado de la población de nematodos gastrointestinales parásitos de ovinos de cada unidad de producción considerada en el estudio, con relación a la resistencia antihelmíntica.

Cuadro 10. Porcentaje de reducción de cuentas de huevos, posterior al tratamiento con Ivermectina (200 mcg/kg) en el DDR II Zacatlán-Puebla.

No. Rebaño	Control		Tratamiento		I.C. 95 %		% Reducción de HPG	Estado
	N	\bar{X} HPG	N	\bar{X} HPG	Límite superior	Límite inferior		
2	11	236	11	527	57.00	0.00	0.00	R
3	11	336	11	255	82.00	0.00	24.00	R
4	11	3500	11	4000	72.00	0.00	0.00	R
5	14	2643	13	1554	81.00	0.00	41.00	R
6	15	3427	15	2510	54.00	0.00	27.00	R

N = número de animales

R = resistente

\bar{X} = media aritmética

I.C. 95 %= Intervalo de confianza al 95%

HPG = número de huevos por gramo

de heces

Los resultados de la Prueba de Campo, identifican poblaciones de NGI resistentes al producto utilizado (IVM), todos los rebaños presentan esa condición.

En el cuadro 11 se muestra que el rebaño número 1, localizado en el DDR VIII- Tehuacán, posee poblaciones de NGI tanto resistentes como susceptibles por lo que se diagnostica su estado como sospechoso. El rebaño número 7 posee poblaciones resistentes a Ivermectina por lo que se diagnostica su estado como resistente, este rebaño se localiza en el DDR III-Teziutlán.

Cuadro 11. Porcentaje de reducción de cuentas de huevos por gramo de heces, posterior al tratamiento con Ivermectina (200 mcg/kg).

No. Rebaño	Control		Tratamiento		I.C. 95 %		% Reducción de HPG	Estado
	N	\bar{X} HPG	N	\bar{X} HPG	Límite superior r	Límite inferior r		
1	11	1155	11	45	99.00	74.00	96.00	RS
7	11	1430	11	1045	63.00	0.00	27.00	R

N = número de animales **S** = susceptible **R** = resistente **RS** = sospechoso

\bar{X} = media aritmética **I.C. 95 %** = Intervalo de confianza al 95%

HPG = número de huevos por gramo de heces.

En el siguiente cuadro 12, se presenta la evaluación de la RA a Ivermectina en forma concreta, considerando los criterios para el diagnóstico de poblaciones de NGI resistentes a antihelmínticos. se presentan los siete ranchos que participaron en el estudio y sus valores de % de Reducción de huevos por gramo de heces, solo el rebaño número 1 tuvo un %reducción mayor al 95% por lo que se diagnostica su estado como sospechoso (RS).

Cuadro 12. Clasificación de la Resistencia Antihelmíntica de acuerdo a los criterios de la Prueba de Reducción Huevos en heces (FECRT).

N° de rebaño	CRITERIOS		CLASIFICACIÓN	
	%R <95%	I.C. (95%) <90%		
6	96	99/74	SOSPECHOSO	SR
2	0	57/0	RESISTENTE	R
3	24	82/0	RESISTENTE	R
4	0	72/0	RESISTENTE	R
5	41	81/0	RESISTENTE	R
6	27	54/56	RESISTENTE	R
7	27	63/0	RESISTENTE	R

%R= porcentaje de reducción

I.C.= intervalo de confianza

La Prueba de Campo (FERCT) indica que la resistencia a Ivermectina (Lactonas macrocíclicas) de los nematodos gastrointestinales de ovinos en el estado de Puebla, es del 86% y el 14% restante se considera en estado sospechosos, ya que posee poblaciones tanto resistentes como susceptibles.

Con estos resultados confirmamos la hipótesis de la presencia de resistencia antihelmíntica, pero es preocupante el porcentaje tan elevado encontrado en el presente estudio.

4.3. Genotipificación de los géneros de NGI presentes en las poblaciones que parasitan los ovinos del presente estudio.

Se utilizó la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa punto final (PCR- punto final) para la identificación de géneros de NGI presentes y relacionados con la resistencia antihelmíntica. El estudio se realizó por rebaño, por grupo experimental y por pre-tratamiento y pos-tratamiento. En todas las unidades de producción, existen más de un género presente, como se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Géneros de nematodos identificados por genotipo presentes en las poblaciones de NGI por rebaño en estudio en el pre-tratamiento (día 0).

Nº. de Rebaño	<i>Cooperia</i>	<i>Haemonchus</i>	<i>Trichostrongylus</i>	<i>Teladorsagia</i>	<i>Oesophagostomum</i>
1	X	X	X		
2		X	X		
3	X	X	X		
4		X	X		X
5		X	X		
6		X	X	X	
7	X	X	X	X	

Sombreado= Rebaños localizados en la región de Zacatlán

En todos los rebaños se identificaron los géneros *Haemonchus* y *Trichostrongylus*. En la región de DDR II-Zacatlán, solo en el rebaño 6 se encontró el género *Teladorsagia* (antes *Ostertagia*), y fue la única región donde se identificó el género *Oesophagostomum* (rebaño 4). En la región del DDR Tehuacán se identificaron los géneros *Cooperia*, *Haemonchus* y *Trichostrongylus*, mientras en la región del DDR Teziutlán, A excepción de *Oesophagostomum* todos estuvieron presentes.

En el muestreo pos-tratamiento, en el rebaño 3, ya no se identificaron los géneros *Cooperia* y *Trichostrongylus* por lo que se puede deducir que son géneros susceptibles a la Ivermectina. En el rebaño 4 los géneros que ya no están presentes son *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum*; y en el rebaño 6 el género *Trychostrongylus* es el que, al no identificarse, se deduce que aún es susceptible a Ivermectina.

De acuerdo a estos resultados, al parecer el género *Haemonchus* es el que se observa con más cepas resistentes dentro de las poblaciones de campo en ovinos, ya que en ningún rebaño se le identificó afectado por el tratamiento con Ivermectina.

Cuadro 14. Géneros de NGI identificados por genotipo en el muestreo post-tratamiento (día 14) por rebaño y grupo experimental.

		Genotipificación				
		<i>Cooperia</i>	<i>Haemonchus</i>	<i>Trichostrongylus</i>	<i>Teladorsagia</i>	<i>Oesophagostomum</i>
Rebaño 1	T I (Testigo)	X	X	X		
	T II (IVM)	X	X	X		
Rebaño 2	T I (Testigo)		X	X		
	T II (IVM)		X			
Rebaño 3	T I (Testigo)		X	X		
	T II (IVM)		X			
Rebaño 4	T I (Testigo)		X			
	T II (IVM)					
Rebaño 5	T I (Testigo)		X			
	T II (IVM)		X	X		
Rebaño 6	T I (Testigo)		X		X	
	T II (IVM)		X		X	
Rebaño 7	T I (Testigo)	X	X	X	X	
	T II (IVM)	X	X	X	X	

DDR VIII-Tehuacán
 DDR II Zacatlán
 DDR III-Teziutlán

4.4 Resistencia antihelmíntica a ivermectina y su relación con los indicadores de fenotipo para a desparasitación selectiva contra NGI

En la metodología de la Desparasitación selectiva contra nematodosis, los valores de los indicadores de fenotipo son utilizados para seleccionar los ovinos que requieren tratarse con un antihelmíntico y los ovinos que no requieren tratamiento. Al realizarse periódicamente la evaluación de indicadores de fenotipo, podemos identificar animales que a través del tiempo no han requerido tratamiento, entonces los consideramos fenotípicamente resistentes a nematodosis. Así mismo, se identifican aquellos animales que cada evaluación, requieren tratamiento presentando altas cargas de HPG y valores de indicadores de fenotipo que nos permiten identificarlo como un animal altamente susceptible a las nematodosis. Para el control de la RA, actualmente, una de las propuestas que consideramos de aplicación práctica en campo, es la desparasitación selectiva en base a indicadores de fenotipo. Durante este estudio, se confirma la utilidad de esta metodología con los siguientes resultados.

En el Cuadro 15 se menciona el % VCA sigue siendo un buen indicador de la presencia de NGI, debido a que el género *Haemonchus* es el predominante en todas las poblaciones de NGI de los ovinos participantes

en el estudio. En relación a la RA es el género que permanece presente en el día 14 (análisis pos-tratamiento).

Cuadro 15. Relación de los valores de HPG y % VCA de los ovinos participantes en el estudio.

Rango de HPG	\bar{X} HPG	\bar{X} %VCA	(N)
≤ 500	334.6±114	33.3±4.7	53
> 500 < 2500	1364.4±602	30.8±4.7	104
>2500	7828.9±6754	27.3±5.4	95

HPG= huevos por gramo de heces %VCA= Porcentaje de Volumen Celular Aglomerado N= número de observaciones

En el Cuadro 16 se presenta la relación del color de la mucosa palpebral y la carga parasitaria (HPG). En donde la tonalidad de la mucosa se ve reflejado con la carga parasitaria que el animal manifiesta.

Cuadro 16. Relación de y evaluación de la coloración de la mucosa palpebral y los valores de HPG de los ovinos participantes en el estudio.

Evaluación De la mucosa	\bar{X} HPG	(N)
1	1851.0±1918	53
2	3205.7±3888	104
3	5894.7±6888	95

HPG= huevos por gramo de heces Evaluación de la mucosa palpebral= 1 (rojo-rosa fuerte) 2 (rosas pálidas) 3 (rosa muy pálido a casi blanco).
N= número de observaciones

En el Cuadro 17 se muestra la relación de la condición corporal y el volumen celular aglomerado. En donde la condición corporal de los animales, no solo depende de las cargas parasitarias que presente, sino que se ve muy influenciada por el manejo nutricional y estado fisiológico en el momento de la calificación, sin embargo, ha demostrado ser mejor indicador que el peso corporal debido a que la metodología empleada, está relacionada con la cantidad de reservas del animal

Cuadro 17. Relación de la condición corporal y los valores de VCA de los ovinos participantes en el estudio.

Calificación de la CC	\bar{X} %VCA	(N)
1	25.6±5.5	24
2- 2.5	29.9±4.8	120
3- 3.5	31.3±5.7	104

CC= condición corporal (1-5)
N= número de observaciones

%VCA=volumen celular aglomerado

5. CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

Se presentó Resistencia Antihelmíntica a Lactonas macrocíclicas (Ivermectina) en las poblaciones de Nematodos Gastrointestinales que parasitan los ovinos estudiados en los tres Distritos de Desarrollo Rural del estado de Puebla, diagnóstico a partir de la Prueba de reducción del conteo de huevos en heces (FERCT).

Los géneros de nematodos Gastrointestinales *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia* y *Teladorsagia*, fueron los que se identificaron en el estudio pos-tratamiento con Ivermectina, a partir de la técnica molecular Reacción en cadena de la Polimerasa punto final (PCR-punto final).

5.2. Recomendaciones

Las recomendaciones para el retraso de la RA en NGI de ovinos en el estado de Puebla, y control de nematodiasis comprende el uso de laboratorio de diagnóstico para conocer la carga parasitaria y el tipo de parasitosis que se está presentando en la unidad de producción. El uso adecuado de los antihelmínticos que existen en el mercado, en cuanto a elección, dosificación y frecuencia de aplicación.

El manejo adecuado de la alimentación como suplementación energética y proteica de acuerdo a la edad y estado fisiológico de los ovinos y considerando la disponibilidad de forraje durante el pastoreo.

Realizar la desparasitación selectiva en base a indicadores de fenotipo que en el presente trabajo confirman estar relacionados con las nematodiasis y son una herramienta efectiva, la desparasitación selectiva permite reducir el uso de antihelmínticos e identificar los ovinos resistentes a nematodos gastrointestinales.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

Aguilar C. J. A., cámaras R.S., Torres A.F., Sandoval C.C., 2011.El control de los nematodos gastrointestinales en caprinos: ¿dónde estamos? Cuerpo Académico de Salud Animal, Departamento de Salud Animal, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias – UADY Vol. 4. No. 2. 7p.

Aguilar M., Álvarez R., 2010. producción ovina revisión ovina hembra Médico Veterinario INTA AER San Julián Téc. Univ. en Producción Agropecuaria inta aer San Julián 51 p.

Arece J., R. J., 2003. Parasito gastrointestinales de ovino en cuba 53 P.

Aquino O. A., 2012. Evaluación de dos antihelmíntico sobre variables productivas y fisiológica en cabras boer y murciano granadina en zonas áridas. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agrario Ingeniero Agrónomo Zootecnista Buenas Vista Saltillo Coahuila. 49 P.

Barreto T. H., 2014. Detección de la prevalencia de haemonchus contortus en ovinos en el municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo, México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.40P.

Bonino J., Mederos A.,2003. Revista del plan agropecuario 3 P.

Buitrago M, J., Cardona A. J., Ph. D, Montes V. Donicer ph D., 2017. Eficacia de la Doramectina vía intramuscular sobre nematodos gastrointestinales (ovis aries) Revista colombiana Ciencia Animal Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Programa de Maestría en Ciencias Veterinarias del Trópico, Grupo de Investigación en Medicina de Grandes Animales (MEGA), Montería, Colombia.V9 11 P.

- Cervantes R, M.T. 2005. Detección de resistencia a antihelmínticos en ovinos infectados naturalmente con nematodos gastroentericos y el uso del sistema Famacha como método alternativo de control. Tesis de Maestría. Universidad nacional Autónoma de México. Facultad de estudios superiores Cuautitlán. Cuautitlán Izcalli Edo de México.102 p.
- Cuéllar O, A. 2007. Control no farmacológico de parásitos en ovinos nematodos gastroentéricos. 5° congreso de especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos, Mendoza, Argentina. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México,12 P.
- Decía M. L. Peralta A. M.M., 2016. Evaluación y validación del método famacha© como estrategia de dosificación en corderos (ovis aries) en otoño. Tesis doctoral. universidad de la republica facultad de veterinaria Montevideo Uruguay.55 P.
- Esteba A. E.E., 2018. Resistencia de los helmintos gastrointestinales frente a albendazol y prazicuantel en borreguillas corriedale en el cip, chuquibambilla. Tesis Profesional. Universidad Nacional Del Antiplano.Puno Perú.72 P.
- Encalada M. L.; López AME; Mendoza de G.P. Liébano H. E.; Vázquez P V.; Vera Y.G. 2008. Primer informe en México sobre la presencia de resistencia a ivermectina en bovinos infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Carretera Cuernavaca-Cuautla 8534, CP 62550, Jiutepec, Morelos, México 6 P.
- García S. B., Hernandez. M.,Rodríguez F.S., Pérez L.M., 2011. Empleo de Ivermectina como parasitocida en ovino posibles efectos tóxicos y repercusiones ambientales unidad de toxicología. facultad de veterinaria 23 P.
- García H. Cesar 2016. Efecto nutraceutico de los taninos condensados libres de lysiloma acapulcensis (kunth) benth sobre la infestación parasitaria y respuesta productiva de borregos pelibuey. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Del Estado DE México. El cerrillo, piedras blancas, Toluca Estado de México. 66 P.

- García C.J. D., Pulido M. M.O., Díaz A. A.M., 2016. Uso de hongos hematófagos en el control biológico de nematodos gastrointestinales en ovinos. Artículo de Investigación. Revista logos ciencia Y Tecnología Vul.7 N.2 :10 P.
- García J. D.C., Quito U. T.I., 2017. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en bovinos hembras adultas de los cantones occidentales de la provincia del Azuay. Tesis Profesional. Universidad De Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias., Cuenca Ecuador. 117 P.
- González R, J.L. 2007. Caracterización fenotípica de corderos peligüey resistente y susceptibles a *haemonchus contortus* bajo condiciones naturales. Tesis profesional. Tecamachalco puebla Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia Benemérita Universidad Autónoma de puebla. 37 P.
- Gutiérrez P. B.A., 2006. Evaluación de cuatro tratamientos en ovejas de pelo en el clima de trópico subhúmedo. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Nextipac, Zapopan. 53 P.
- Gutiérrez O. G.D. 2012. Evaluación de la eficacia de ajeno (artemisa absinthium) en fresco como helminticida en terneros de engordes, Tesis profesional. Universidad De San Carlos De Guatemala. Guatemala. 81 P.
- Habela, M, Sevilla, R.G., Corchero, E. fruto, J.M., Peña. J., 2002. Nematodosis Gastrointestinales en ovinos. Artículo parasitología y enfermedades parasitarias, facultad de veterinaria de Cáceres, universidad de Extremadura, España. Mundo Ganadero. 6 P.
- Liébano H.E., López A. M.E., Mendoza de G., Aguilar M. L., 2011. Manual de diagnóstico para la identificación de larvas de nematodos gastrointestinales en rumiantes. Libro. Instituto de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria. centro nacional de investigación disciplinaria en Jiutepec, Morelos, México, impreso en México. 48 P.
- López A. M.E., Mendoza de G. P., Aguilar M. L., Liébano H. E., 2010. Buenas prácticas en el manejo de antihelmínticos para el control de parásitos en rumiantes. Libro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícola

y Pecuarias. centro nacional de investigación disciplinaria en parasitología veterinaria Jiutepec, mórelos, impreso en México. 43P.

López A. M.E. 2012. Uso de indicadores de fenotipo para la desparasitación selectiva contra nematodos gastrointestinal en ovinos en trópico. Tríptico. instituto nacional de investigaciones forestal agrícola y pecuaria.

López A.M. E., Mendoza G, Aguilar M, L., 2015. Plantas con uso potencial contra nematodos gastrointestinales de ovinos. Libro. Como alternativa de control Instituto de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Jiutepec, Morelos, México, impreso en México. 20 P.

Lindoso M. A Carolina.,2005. Caracterización do nematodo de ovinos, *Haemonchus contortus*, resistente e sensível a anti-helmínticos benzimidazóis, no estado do Ceará, Brasil. Posgrado. Universidad Estadual do Ceará Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa.Fortaleza ceara.104 P.

Martínez X. de J., Olmedo J.A.,Olivares P.J., Zamilpa A., Mendoza de G.P., Lopez A. M.E., Hernadez R.S., Villa M.A., Camacho D.L.M.,Cipriano S.M., 2018. In Vitro Anthelmintic Activity of Methanolic Extract from *Caesalpinia coriaria* J. Willd Fruits against *Haemonchus contortus* Eggs and Infective Larvae. Research Article International. Centro de Investigación Biomédica del Sur, Instituto Mexicano del Seguro Social, Argentina No. 1. Col. Centro, CP. 62790 Xochitepec, Morelos, Mexico.Volume 2018: 6 P.

Martínez S. J.L. 2014. Determinación de *haemonchus contortus* en muestras de materia fecal de ovinos del municipio de acambay, estado de Mexico.Tesis profesional. Universidad Autónoma Antonio Narro. Torreón Coahuila, México. 55 P.

Maya D.A.F., Quijije M. J.K., 2011.Determinación de la carga parasitaria en tres especies zootécnicas (bos taurus, ovis aries y equus caballus) y su relación con las condiciones climáticas. Tesis profesional. Escuela Politécnica del Ejército Departamento Ciencias de la Vida Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Sangolquí Sangolquí-Ecuador 96 P.

- Medina P, F. Guevara, M. N. Ojeda, E. Reyes., 2014. Resistencia antihelmíntica en ovinos: una revisión de informes del sureste de México y alternativas disponibles para el control de nematodos gastrointestinales. Artículo. universidad autónoma de chiapas, boulevard belisario domínguez, kilómetro 1081, terán, tuxtla gutiérrez, chiapas, méxico, c.p. 29050. universidad autónoma de Chiapas Pastos y Forrajes, Vol. 37, No. 3. 7 P.
- Molina F. K.A., Oseguera P. M.G., Conrado M. J.J., 2016. Desparasitación de nemátodos gastrointestinales en ovinos de encaste pelibuey blackbelly (*Ovis aries* L.) con hoja de Nim (*Azadirachta indica* J.) en el Centro de Capacitación Chinampa, San Salvador, El Salvador. Tesis profesional. 64 P.
- Olazaran J.S. 2005. Efecto de la condición corporal sobre la manifestación del comportamiento estral en ovejas pelibuey mantenidas en clima subtropical húmedo durante dos etapas del año. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D, F. 99 P.
- Orozco A. M. Álvarez C., Jiménez J. R.A., Acuña N, O., 2009. Evaluación *in vitro* de hongos nematófagos para el control biológico de nematodos gastrointestinales de rumiantes. Revista. universidad de córdoba montería, Colombia. córdoba, vol. 14, núm. 3. 12 P.
- Páez S. J.D., Vargas V. A., 2008. Eficacia comparativa de la ivermectina, doramectina, moxidectina y un grupo control no tratado frente al promedio de peso y al control parasitario en bovinos *Bos indicus* dlevante de 12 a 16 meses en la zona de montería, córdoba. Título Académico. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Medellin. 55 P.
- Piscoya A. C.L. 2017. Frecuencia de helmintosis intestinal de ovinos en un centro de beneficio de animales de abasto en el distrito de ate. Tesis profesional. Universidad Ricardo Palma Facultad de Ciencias Biológicas Escuela Profesional de Ciencias Veterinarias, Lima Perú. 51 P.
- Quiroz R. Héctor., Figueroa C. J.A., Ibarra V, F., López A, M.E., 2011. Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales Centro de Investigaciones sobre Enfermedades Infecciosas. Instituto Nacional de Salud Pública. Av. Universidad 655. Cuernavaca, Morelos.656 P.
- Rodríguez G.A. 2016. Actividad ovcida y larvicida *in vitro* del extracto hidroalcoholico de *acaciacoehliacantha* en *haemonchus contortus*.Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de México. Temascaltepec de Gonzales, México. 57 P.

- Rodríguez V. R.I. 2015. diagnóstico con importancia en salud pública y veterinaria. Libro. Facultad de medicinas veterinaria y zootecnia, campus de ciencias biológicas y agropecuaria, universidad autónoma de Yucatán. Primera edición volumen único impreso en México 2015, pag,494
- Romero O. 2015. Evaluación de la condición corporal y edad de los ovinos. Artículo. Instituto de Investigación Pecuaria, Ministerio de Agricultura. Temuco. Chile. 4 P.
- Ruiz L. P. M. 2015. Efecto del pastoreo de plantago lanceolata y cichorium intybus sobre la incidencia de parásitos gastrointestinales en engorda de corderos. Tesis de magister. universidad austral de chile facultad de ciencias agrarias. 81 P.
- Sánchez B. R. 2017. Determinación de géneros parasitarios gastrointestinales en ovinos con manejo extensivo en cuatro unidades de producción ovina, en dos comunidades del municipio de joquicingo, Estado de México. Título profesional. Universidad autónoma del estado de México facultad de medicina veterinaria y zootecnia Toluca, Estado de México. 39 P.
- Sumano L. H. y Ocampo C.L.1999.FARMACOLOGIA Veterinaria.2da Edición Mc. Grawhill interamericana 253-276 P.
- Ton. H.P. J. 2008. Determinación de la resistencia a antihelmínticos de los nematodos gastrointestinales que afectan a los ovinos de una granja del distrito cayo, Belice. Título profesional. universidad de san Carlos de Guatemala facultad. Guatemala. 76 P.
- Toro A, L Rubilarb., C Palma., R Pérez. 2014. Resistencia antihelmíntica en nematodos gastrointestinales de ovinos tratados con ivermectina y fenbendazol. Artículo. Laboratorio de Parasitología y Enfermedades Parasitarias, Departamento de Patología y Medicina Preventiva, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Campus Chillán, Chillán, Chile L Arch Medicina Veterinaria. 6 P.
- Torrés V. P., Alonso P. S. G.A., Marquez L. D. 2007. Resistencia antihelmíntica en los nemátodos gastrointestinales del bovino. Revista. Medicina Veterinaria n° 13: 59-76 / Pag,58.

- Vázquez P, A; Bravo de la P.A., Mendoza-de G, P., Liébano H, E., Hernández L I., Yáñez-P, N. Aguilar-M L., Ramírez V, G., Hernández C, E., Gutiérrez S I., López A, M.E. 2012. Uso de productos derivados de *bacillus thuringiensis* como alternativa de control en nematodos de importancia veterinaria. Revista Mexicana. Ciencias pecuarias. 12P.
- Zapata S, R; Velásquez V. R., Herrera O, L.V., Ríos O. L., Polanco E. D.L. N. 2016. Prevalencia de Nematodos Gastrointestinales en Sistemas de Producción Ovina y Caprina bajo Confinamiento, Semiconfinamiento y Pastoreo en Municipios de Antioquia, Colombia. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. vol. 27, núm. 2. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú. 12 P.
- Zuñiga N. J.M. 2015. Comprobación de la capacidad antiparasitaria del extracto de hojas de neen (*azadirachta indica* A.Juss)en ovinos. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón Coahuila. 57 P.

7. ANEXO I
CUESTIONARIO

Nombre del propietario: _____

Domicilio: _____ Municipio: _____

Fecha de diagnóstico: _____ N° Hato: _____

N° de ovinos	Edad		Sexo		Raza
	Jóvenes	Adulto	M	H	

Sistema de producción: Intensivo () Semi intensivo () Extensivo ()

Utiliza suplemento: SI () NO () Cuál: _____

Horas de pastoreo: _____ Lotes: _____

Alimentación: _____

Control de NGI:

Fecha de tratamiento: _____ Medicamento: _____

Dosis: _____ Frecuencia de tratamiento: _____

¿Cuándo desparasita lo hace en base al peso? SI () NO ()

Instalaciones m²: _____ Sombra: _____ Sol: _____

Material de instalaciones: _____

Tipo de piso: Tierra () Cemento () Otros ()

Cuenta con servicios de médico veterinario: SI () NO ()

Diagnóstico de nematodiasis por medio de laboratorio: _____

Que enfermedades se han presentado en el hato: _____

Porcentaje de mortalidad: Adultos: _____ Corderos: _____

En qué mes se presenta mayor mortalidad: Lluvia () Sequía () Frío ()

Ha adquirido animales procedentes de otros países /regiones:

SI () NO () ¿De dónde?: _____ Son cuarentenados: SI () NO ()