



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán**

**Evaluación de la eficacia del tequesquite contra nematodos  
gastroentéricos en ovinos con infección natural**

**T E S I S**

**Que para obtener el título de:**

**Médico Veterinario Zootecnista**

**Presenta:**

**Víctor Moisés Cruz Escandón**

**Asesor: M. en C. Juan Pablo Martínez Labat**

**Cuautitlán Izcalli, Estado de México 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: M. en A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán.



DEPARTAMENTO DE  
EXÁMENES PROFESIONALES

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos **La Tesis:**

Evaluación de la eficacia del tequesquite contra nematodos gastroentéricos en ovinos con infección natural

Que presenta el pasante: VÍCTOR MOISÉS CRUZ ESCANDÓN

Con número de cuenta: 41003919-7 para obtener el Título de: Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 05 de septiembre de 2016.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz	
VOCAL	M. en C. Juan Pablo Martínez Labat	
SECRETARIO	M.V.Z. Patricia Gómez De la Cruz	
1er SUPLENTE	M. en C. Javier Alejandro Buendía Jiménez	
2do SUPLENTE	M. en C. César Garzón Pérez	

NOTA: Los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

En caso de que algún miembro del jurado no pueda asistir al examen profesional deberá dar aviso por anticipado al departamento.  
(Art 127 REP)

HHA/Vc

## **AGRADECIMIENTOS.**

- **Mis padres; Moisés Cruz y Juana Escandón, que sin su cariño y su valiosa ayuda no se hubiese realizado el presente trabajo. Los quiero.**
- **Mi jurado por su dedicación de tiempo, sus atinadas sugerencias y su enorme paciencia para ser de esté un trabajo digno.**
- **A mis maestros del CBTis 160, en especial al MVZ José Mercado Segura por introducirme al extraordinario mundo de la parasitología.**
- **Para mis compañeros de generación; Luis, Alejandro, Mab, Diana, Jazz, el MVZ Marcos Pérez y a todos aquellos que me faltó mencionar, por hacer más grato mi tiempo en la universidad.**
- **A las familias de ejido de Detiña por haberme aceptado seis meses en su comunidad, en especial a la familia Padilla Germán por haberme recibido en su casa y tratado como parte de ustedes durante mi servicio social y a la familia Romero Galeana, por mostrarme que con trabajo se puede hacer producir el campo mexicano, por prestarme a sus valiosos animales. Gracias.**
- **A Edith, por tu compañía, apoyo, consejos y paciencia a través de todo este tiempo. Te amo.**

# Índice

<b>Resumen</b> .....	1
<b>Introducción</b> .....	2
Nematodos gastroentéricos .....	2
Ciclo biológico .....	4
Patogenicidad de nematodosis gastroentérica .....	6
Control de nematodos gastroentéricos .....	6
Resistencia antihelmíntica.....	11
Tequesquite .....	15
<b>Justificación</b> .....	16
<b>Objetivo general</b> .....	17
<b>Objetivo particular</b> .....	17
<b>Hipótesis</b> .....	17
<b>Material y métodos</b> .....	18
Localización .....	18
Animales .....	18
Diseño experimental.....	19
<b>Análisis de resultados</b> .....	20
<b>Análisis estadístico</b> .....	21
<b>Resultados</b> .....	22
Hgh.....	22
Peso .....	25
Condición corporal.....	27
FAMACHA.....	29
<b>Discusión</b> .....	31
<b>Conclusiones</b> .....	36
<b>Bibliografía</b> .....	37

## **Resumen**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antiparasitaria contra nematodos gastroentéricos (NGE) del tequesquite, el cual lo emplean los productores del municipio de Acambay, en la zona norte del Estado de México, comparándolo contra dos antihelmínticos comerciales: la ivermectina y el closantel, usando como criterios las cuentas de huevos por gramo de heces (hgh), la ganancia de peso, condición corporal (CC), y el índice del sistema FAMACHA. Se utilizaron 24 ovinos hembras sin características raciales definidas, que no habían recibido tratamiento antiparasitario seis meses previos al experimento. Se formaron cuatro grupos de seis animales al azar, se hicieron tres muestreos semanales previos para obtener el promedio de eliminación de hgh, en función a eso se administraron los diferentes protocolos antiparasitarios; suministrando 1) Tequesquite en un saladero hecho por el productor, 2) Ivermectina (0.2 mg/kg SC), 3) Closantel (10 mg/kg SC) y 4) Control, no recibió tratamiento y se empleó como control positivo. Durante 10 semanas, se pesaron todos los animales, se estimó su condición corporal, el índice del sistema FAMACHA (ISF) y se colectó materia fecal directamente del recto de cada animal para procesarse con la técnica modificada de Mc Master para conocer la cantidad de huevos por gramo de heces. Los datos de los resultados se procesaron por medio de análisis de covarianza (ANCOVA), todos con un valor de  $P < 0.05$ , para aceptar diferencias estadísticas significativas. Se observó una diferencia en la eliminación de hgh en los animales tratados con ivermectina, pero esta eficacia solo duró alrededor de tres semanas, mientras que los animales con los otros protocolos antiparasitarios no rebasaron el 70% de eficacia y en el ISF se observó que el grupo de closantel mejoró esta característica. En peso y CC no se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ). Por lo anterior, se concluye que el tequesquite no tiene actividad antiparasitaria, así como la detección de resistencia antihelmíntica a los compuestos de ivermectina y closantel en la región de Acambay, Estado de México.

## **Introducción**

A casi 500 años de la llegada de los conquistadores españoles a México y con ellos los pequeños rumiantes al país, es innegable que no obstante su bajo número y aparentemente escasa participación en el sector pecuario significan y seguirán significando una enorme contribución para miles de productores de escasos recursos (en su mayoría alejados de los beneficios de la asistencia técnica y tecnológica) y de muchos empresarios con buena visión. La producción ovina en México tiene un futuro alentador, sin embargo, es indispensable fortalecer las inversiones hacia este sector. (Cuéllar, 2011; De Lucas, 2011).

Es posible criar a los ovinos en condiciones de agostadero, lo que implica el aprovechamiento de la vegetación de las superficies no arables, y su transformación en proteínas y fibras animales. Sin embargo, en este tipo de sistema de producción las enfermedades parasitarias representan uno de los problemas más comunes. (Shimada, 2010; Alcántara, 2011)

Entre los rumiantes domésticos, los ovinos son la especie animal más frecuentemente afectada por los nematodos gastroentéricos (NGE). Influye el hecho de que pastorean a ras del suelo y son sumamente selectivos, consumiendo forraje muy tierno que contiene mucha humedad y por lo tanto mayor posibilidad de tener gran cantidad de larvas infectantes. (Cuéllar, 1986)

## **Nematodos gastroentéricos**

Los NGE constituyen uno de los principales problemas en la producción ovina ya que representan una de las principales causas de pérdidas en la producción, sus efectos son muy conocidos, anorexia, reducción de la ingestión de alimentos, pérdida de sangre y proteínas plasmáticas en el tracto gastrointestinal, alteraciones en el metabolismo proteico, reducción de niveles de minerales; todo esto contribuye a reducir la ganancia de peso, crecimiento de lana y producción de leche. La intensidad de su impacto varía con la edad de los animales y con el sistema de producción, existiendo incluso muerte (pérdidas directas), así como un incremento de los costos de control, mano de obra y equipo (pérdidas indirectas). (Dynes, 1998; Carbonell, 2001; Pereyra, 2005; López, 2009; Murguía, 2014; Casas, 2015; Munguía, 2015).

Romero (2014) indica que los factores que influyen en la resistencia/susceptibilidad a los NGE en ovinos son los siguientes: genotipo o raza (animales criollos y Blackbelly son más resistentes), sexo (los machos son más susceptibles que las hembras), edad (animales más

jovenes son los más susceptibles), tipo de parto (ovejas con parto simple eliminan menor cantidad de huevos de NGE), época del año (época de lluvias más común encontrar larvas de *Haemonchus sp.* y otros tricostrongílidos), nutrición (en temporada previa al parto y durante la lactación las borregas son más susceptibles) y el sistema de producción (animales en pastoreo, el grado de infección es mayor que cuando están estabulados).

Ibarra (2011), describe que en general las parasitosis gastrointestinales en los rumiantes son mixtas, es decir, en un solo rebaño suelen encontrarse varios géneros involucrados, siendo los principales: *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia* (anteriormente *Ostertagia*) *circumcincta*, *Trichostrongylus sp.*, *Cooperia curticei* y *Oesophagostomum sp.* Existen otros NGE considerados de menor importancia clínica, entre ellos están: *Nematodirus sp.*, *Trichuris ovis*, *Bunostomum trigonocephalum* y *Strongyloides papillosus*. (De la Cruz, 2012). Su localización en el tracto gastrointestinal de ovinos tiene diferente distribución, periodos de prepatencia y tamaño del gusano adulto (cuadro 1) (Cuéllar<sup>2</sup>, s.f; Ibarra, 2011; De la Fuente, 2013; Zapata, 2014; García, 2015).

La presencia de estos géneros se considera un complejo parasitario causante de un síndrome de mala absorción y mala digestión. (Torrelio, 2011; Ramírez L, 2014).

Género	Alimentación	Localización		Hospedero	Prepatencia	Tamaño adulto
<i>Haemonchus</i> ** <i>Mecistocirrus</i> <i>Ostertagia</i> <i>Cooperia</i> <i>Trichostrongylus</i> **	Hematófago Hematófago Hematófago Hematófago Hematófago	Abomaso		Ovinos Bovinos	12-21 días 16-23 días 3 semanas	10-30 mm 20-30 mm 6-10 mm 4-8 mm 2.5-6 mm
<i>Cooperia</i> ** <i>Trichostrongylus</i> <i>Bunostomum</i> <i>Nematodirus</i> <i>Strongyloides</i>	Hematófago Hematófago Hematófago Histófago Histófago	Intestino delgado		Ovinos Bovinos	2 meses 14-21 días	4-8 mm 2.5-6 mm 10-28 mm 10-25 mm
<i>Trichuris</i> <i>Skrjabinema</i> <i>Oesophagostomum</i> <i>Chabertia</i>	Histofago Histófago Histófago Histófago	Int. grueso	Ciego Colon	Ovinos Bovinos	2 meses 40 días 2 meses	2-3 mm 14-22 mm 13-20 mm

Cuadro 1. Género y especie de los NGE de rumiantes, así como su alimentación, localización, periodo de prepatencia y tamaño adulto. \*\*Localización y especies predominantes en ovinos (López, 2009)



Martínez (2014) en un estudio en el municipio de Acambay, Estado de México, realizado en 30 rebaños, encontró que en el 74% de estos está presente *Haemonchus*, 15% dieron positivo a *Oesophagostomum*, 4.3% a *Trichuris*, 3.6% a *Cooperia* y 2% a *Teladorsagia*, mostrando una prevalencia similar a un estudio realizado en Argentina por su homólogo Martínez (2015), quien encontró que la distribución porcentual de los géneros y especies de NGE es la siguiente: *Haemonchus contortus* (43%), *Trichostrongylus colubriformis* (26%), *Trichostrongylus axei* (12%), *Nematodirus sp* (11%) y *Teladorsagia circumcincta* y otros (8%).

### **Ciclo biológico**

Por lo general, los ciclos biológicos de las familias de *Strongyloidea*, *Trichostrongyloidea* y *Ancylostomatoidea* son directos, el primer y segunda larva son de vida libre y la tercer larva es infectante, las hembras de estas familias expulsan en heces una cantidad variable de huevos prácticamente indiferenciables (huevos de superficie lisa y cápsula elipsoidal que contienen un embrión en fase de mórula), excepto los de *Nematodirus sp* y *Trichuris sp*. Una vez en el exterior, si las condiciones son adecuadas, dentro del huevo se desarrollan la larva de primer estadio (L1) en un periodo de 24 a 30 horas, eclosionan en la masa fecal, mudan dos veces pasando a larva dos (L2), (permaneciendo estas dos fases en heces, donde se alimentan de bacterias) y después a la larva tres (L3) donde retiene la cutícula de la L2 a modo de vaina protectora, aproximadamente en una semana estas larvas envainadas que poseen varios tropismos, el hidrotropismo positivo, fototropismo positivo a luz tenue, termotropismo positivo y un geotropismo negativo, la combinación de estos les permite desarrollar una migración vertical y penetrar en la película de agua que cubren las partículas y la vegetación. Estas larvas envainadas son las fases infectantes (Cervantes, 2005 y Almazán, 2012 hacen mención que las excepciones corresponden con *Skrjabinema ovis* y *Trichuris ovis* que tienen como fase infectante la L1 que se forma dentro del huevo), las que ingiere el animal y desarrollan el parasitismo (Buendía, 2015; Almazán, 2012; Bowman, 2011; Cuéllar, 1986)) (Figura 1).

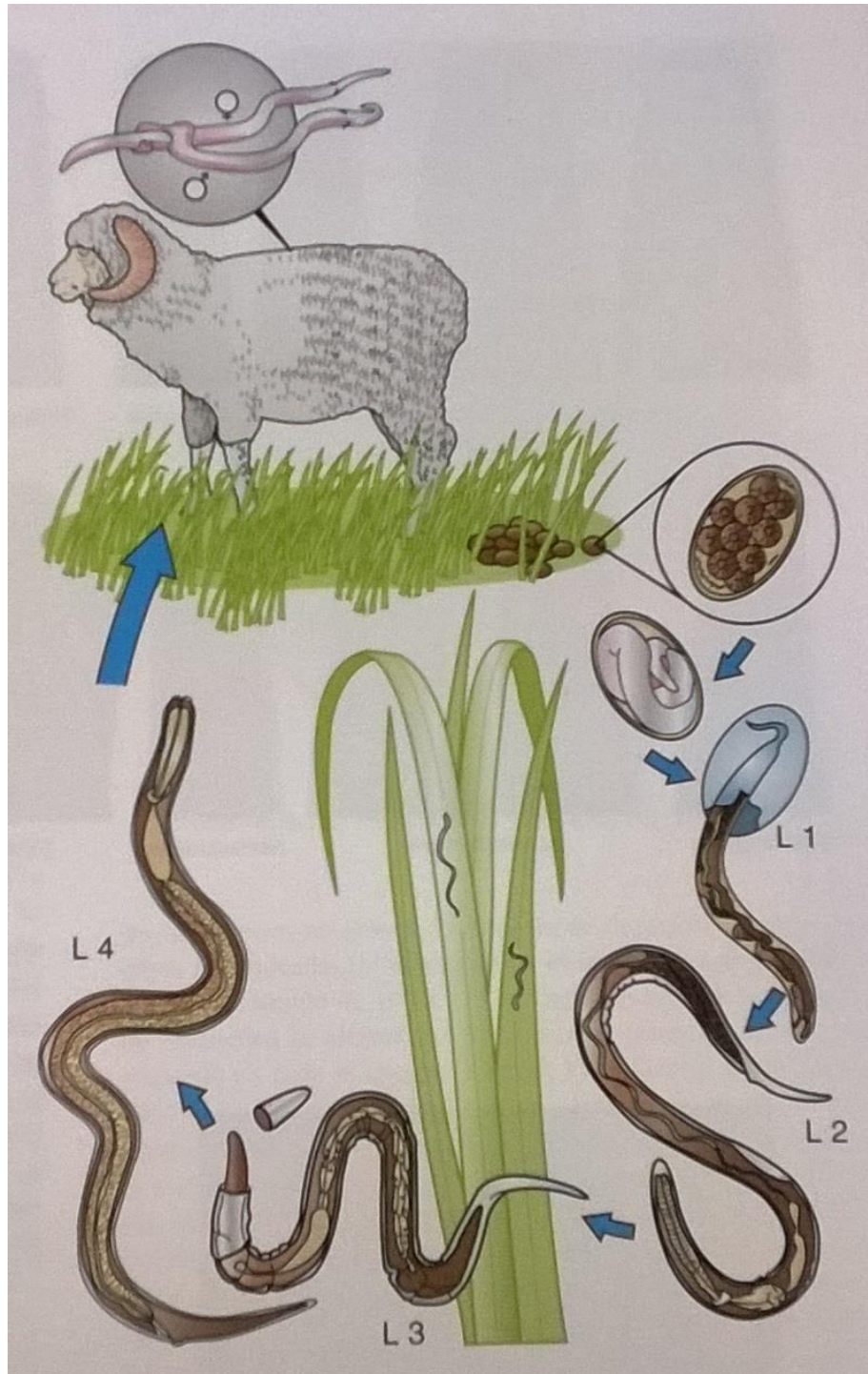


Figura 1. Ciclo biológico de *Haemonchus contortus*. Los adultos se encuentran en tracto gastrointestinal (TGI), excretando huevos en fase de mórula junto con las heces. Después de eclosionar L1 y L2 permanecen en heces alimentándose de bacterias. L3 (todavía con cutícula de L2) penetra en la película de agua de vegetación donde es ingerida por el ovino, deshaciéndose de la cutícula en el abomaso, haciendo otra muda a L4, llegando a mudar a L5 o adulto dependiendo si se inicia o no una inhibición del desarrollo. (Bowman, 2011)

### Patogenicidad de nematodosis gastroentérica

El daño ocasionado (principalmente por *H. contortus*, pudiendo alimentarse de 0.05 ml de sangre al día) a sus hospedadores varía dependiendo de factores como la carga parasitaria, el estado nutricional del animal y el estado evolutivo del parásito (pueden existir L4 tisular en estado de hipobiosis y la fase adulta en la luz abomasal) (Buendía, 2015; Quiroz, 1984).

Habela (2002) hace mención de que se puede asociar la cantidad de huevos contabilizados en heces con la carga parasitaria, definiéndose como la cantidad de gusanos adultos que alberga el hospedador (cuadro 2).

Tasa de parasitación	Huevos contabilizados	Número de Gusanos adultos	Pérdidas en producción
Baja	< 500 hgh	4000 gusanos adultos	Compatible con niveles aceptables de producción*
Media	600 a 2000 hgh	4000 a 10 000 gusanos adultos	Pérdidas de cierta consideración en la producción
Alta	> 2000 hgh	> 10 000 vermes adultos	Sintomatología clínica y muertes

Cuadro 2. Comparación de tasa de parasitación, hgh, carga parasitaria y pérdidas productivas.

\*Según sistema productivo

### Control de nematodos gastroentéricos

Cuéllar (2010), Martínez (2010), Buendía (2015), Martínez *et al.* (2015) y Torres (2015) describen que existen diferentes principios de control de la NGE y estos tienen que apuntar a eliminar el parásito en alguna de las etapas de su ciclo y el grado de control debe ser compatible con una producción económicamente rentable.

Aumentar la resistencia del hospedador.

Control inmunológico: La opción más atractiva para reducir el uso de antihelmínticos es a través de la utilización de vacunas, que estimulan el sistema inmunitario y permiten frenar el establecimiento de los NGE. En 2014 se lanzó al mercado la vacuna Barbervax®, contiene pequeñas cantidades de proteínas purificadas de la mucosa del intestino de *H. contortus*. Los anticuerpos creados después de la aplicación de la vacuna, se adhieren a la mucosa intestinal de este parásito, bloqueando la digestión; ocasiona que el gusano produzca menor cantidad de

huevos y que posteriormente muera por falta de absorción de nutrientes. Aunque se han obtenido buenos resultados, su inconveniente es que necesita sucesivas revacunaciones.

Control genético: A través de la selección de aquellos ovinos que son resistentes a parasitosis por NGE, esta resistencia puede ocurrir entre razas, así, algunos animales son más resistentes que otros a dichas enfermedades. Un ejemplo de sería el estudio realizado por Almazán (2012) donde encontró que los ovinos de raza Texel fueron resistentes a las infecciones de NGE, la Dorper como resilientes (pero teniendo una mejor CC) y raza Damara como ligeramente susceptibles.

Suplementación alimenticia: Los animales suplementados mejoran su resiliencia o capacidad de tolerar parásitos, muchos muestran mejor capacidad de defenderse contra los NGE (inmunidad). Este mecanismo consiste en aportar nutrientes necesarios para la reconstrucción de tejido dañado, producción de células y materiales de defensa (moco). En caso de no poder suplementar a todo el rebaño, se debe considerar el siguiente orden de prioridades: a) animales en crecimiento, b) hembras gestantes en el último tercio de gestación y c) hembras de primer parto. Un estudio realizado por De la Cruz (2012) menciona que los ovinos Blackbelly con un 50% menos de sus requerimientos nutriciones eliminan el triple de huevos de *H. contortus* en las heces que los animales que obtienen el 100% de sus necesidades.

Agotar la fuente de contaminación.

Manejo antiparasitario: A través de la obtención y el uso de pasturas seguras; entendiendo por estas las que tienen niveles de contaminación bajos, permitiendo el pastoreo de animales sin riesgo inmediato de infección.

Control biológico: Uso de organismos vivos como los hongos nematofágos *Duddingtonia flagrans*, que controlan las formas parasitarias en diferentes etapas (en especial estadios libres). Estos poseen la capacidad de capturar, perforar la cutícula, penetrar al interior y una vez dentro desarrollar hifas tróficas que invaden progresivamente a la larva, absorbiendo su contenido, provocándole la muerte a los estadios larvarios.

Eliminación de los nematodos gastroentéricos.

Control químico: El antihelmíntico ideal tendría que tener eficacia en la expulsión del parásito, bajo costo, tratamiento en dosis única, amplio espectro de actividad antiparasitaria, amplio índice terapéutico, facilidad de administración, debería ser tóxico solo para el parásito, sin afectar la función celular del mamífero hospedador, esto desafortunadamente no existe por lo que este es el gran desafío en la búsqueda de las nuevas drogas antihelmínticas (Aroztegui, 2013). El uso de productos antihelmínticos, que a dosis terapéutica solamente afectan a las formas parasitarias (cuadro 3).

Grupo	Principio activo	Dosis mg/kg	Vía de administración
Bencimidazoles	Tiabendazol	44.0	Oral
	Albendazol	5.0	Oral
	Fenbendazol	5.0	Oral
	Oxfendazol	5.0	Oral
Probencimidazoles	Febantel	6.0	Oral
	Tiofanato	50.0	Oral
	Netobimin	7.5	Oral
Imidazotiazoles	Levamisol	7.5	Subcutánea
Lactonas macrocíclicas	Ivermectina	0.2	Subcutánea y oral
	Moxidectina	0.2	Subcutánea
	Doramectina	0.2	Subcutánea
Nitrofenoles	Nitroxinil	10	Subcutánea
Salicilanilida	Closantel	10	Oral y subcutánea

Cuadro 3. Familias de antihelmínticos utilizados en ovinos, principios activos, dosis y vías de administración (Cuéllar, 2008).

El closantel es un antiparasitario cuya estructura deriva de la salicilanida (figura 2), que se caracteriza por tener una acción sistémica de efecto prolongado, alcanza su máxima concentración a las 24 horas después de su administración y se extiende mas allá de siete semanas, evitando reinfestaciones, cualidad de la que carecen los antiparasitarios comunes (Rosario, 2008). Ha sido evaluado y muestra excelentes resultados para el control parasitario, y en teoría, inclusive para su aplicación frente a poblaciones de nematodos resistentes a las lactonas macrocíclicas (Arece, 2008).

Bajo el efecto de este principio activo el parásito sufre una parálisis espástica en las dos horas siguientes de su administración, en las siguientes ocho horas ocurre un efecto de alteración

en sus procesos de absorción de nutrientes, además impide el acoplamiento de los procesos de fosforilización oxidativa, con lo cual se evita que parásito disponga de energía causando su muerte (Sumano, 2001).

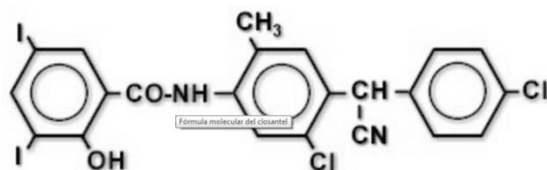


Figura 2. Fórmula química del closantel (Junquera<sup>1</sup>, 2016)

Otro producto antiparasitario ampliamente usado es la ivermectina forma parte de la familia de las lactonas macrocíclicas, análoga semisintética de la abamectina (Figura 3), fue desarrollada entre 1975 y 1979 iniciando su comercialización para medicina veterinaria en 1981. Actúa como agonista de los canales de cloro, alterando el control de la alimentación y en la motilidad general de los nematodos causándoles la muerte, genera un efecto ovistático (Sumano, 2001; Ramírez, 2014). Este compuesto, en estudios previos ha sido el antihelmíntico con mayor eficacia contra los NGE de los pequeños rumiantes, aunque no alcanza el 100% de eficacia (Herrera, 2013). Martínez (2016) menciona que la vida media de la ivermectina es de 14 a 56 días.

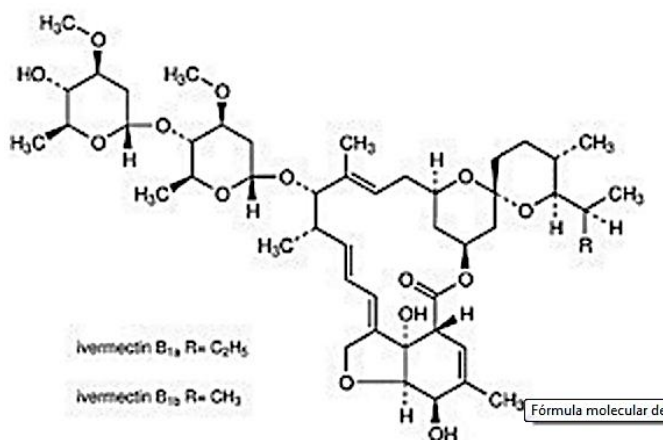
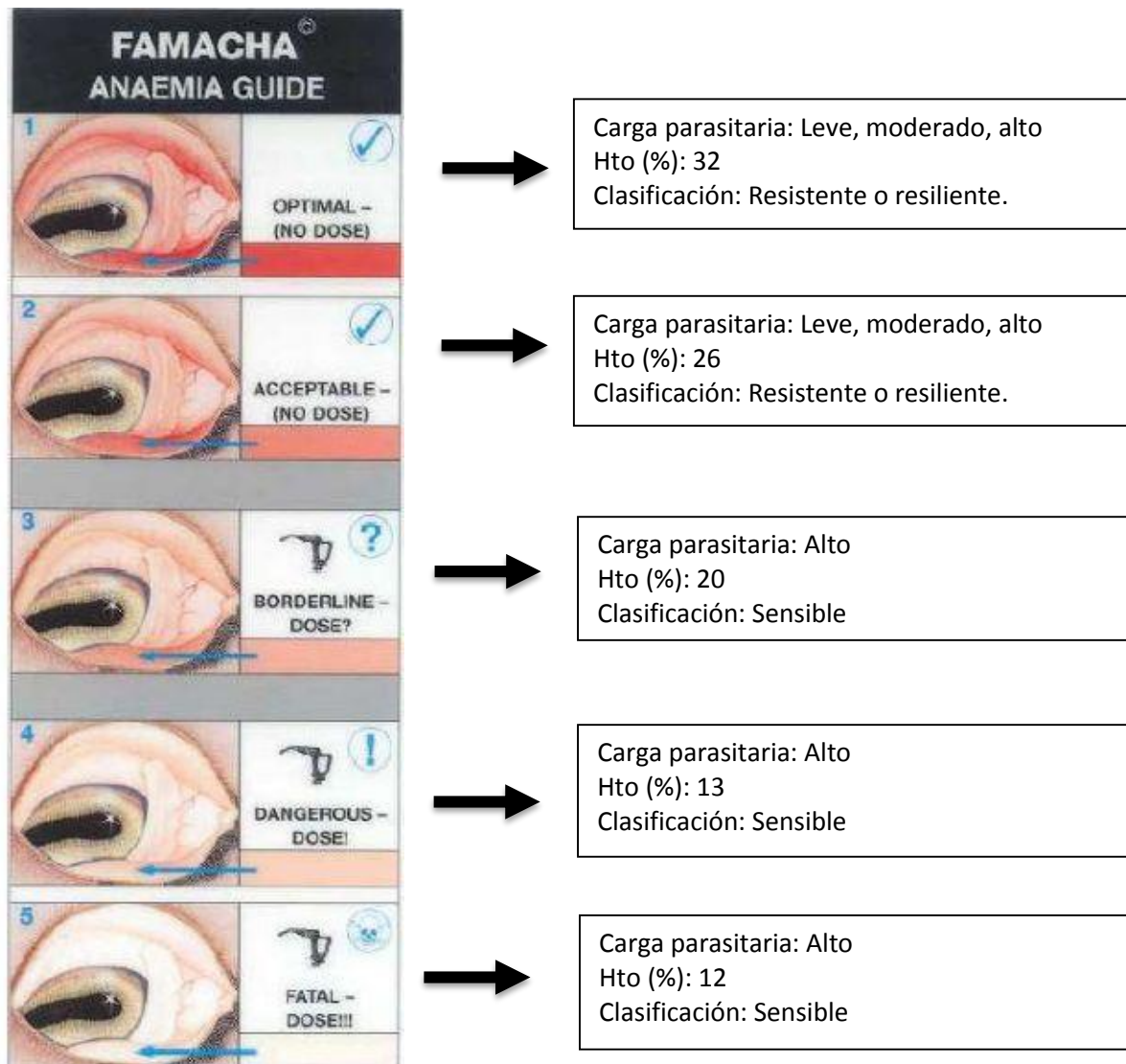


Figura 3. Fórmula química de la ivermectina (Junquera<sup>2</sup>, 2016).

Tanto la ivermectina como el closantel tienen en común su efecto contra los nematodos gastrointestinales y artrópodos, sin embargo el primero no afecta al trematodo *Fasciola hepática* (Rosario, 2008, Ruiz, 2012).

Desparasitación selectiva: El uso del método FAMACHA (**F**affa **M**alan **C**hart) se basa en la identificación de los animales con anemia clínica, mediante la inspección de la mucosa ocular, este proceso sobre todo se relaciona con la presencia de *Haemonchus* que constituye el parásito de mayor prevalencia e incidencia (Arece, 2013) (Cuadro 4).



Cuadro 4. Correlación entre índice FAMACHA, carga parasitaria y hematocrito (Hto) Morales (2010).

Control por medio de agujas de cobre: Las partículas de óxido de cobre, 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 cobre, los cuales tienen un efecto antiparasitario.

Fitomedicina: El uso de plantas medicinales es una actividad humana milenaria, desde hace mucho tiempo algunos productores marginados, a veces indígenas, han identificado plantas que mejoran la condición y estado de salud de sus animales. Sin embargo, se tiene que validar su eficacia mediante trabajos científicos conocer las dosis, su acción y efectos adversos.

De las opciones anteriores, la acción más difundida es el control de la NGE mediante compuestos químicos y dentro del mercado de los antiparasitarios que más se usan en pequeños ruminantes, son tres grupos de antihelmínticos de amplio espectro: Bencimidazoles (albendazol, febendazol), Imidazotiazoles (levamisol) y lactonas macrocíclicas (ivermectina, abamectina). Además de utilizar productos de nuevas salicilanidas (closantel) que a la vez que tienen efecto contra NGE son de igual manera trematodocidas (Salas, 2013).

La utilización de los antihelmínticos se puede clasificar de acuerdo a su momento de aplicación, puede ser curativo, cuando es aplicado en el momento que la enfermedad ha sido diagnosticada y algunas muertes se han presentado; táctico, cuando se tiene conocimiento de la epidemiología de la enfermedad y es aplicado durante la época de condiciones óptimas para el desarrollo de las fases infectantes; estratégico, el cual tiene como objeto reducir contaminaciones de los pastos teniendo conocimiento de los cambios estacionales de la infección; finalmente supresivos, en momentos cuando las poblaciones parasitarias declinan en los pastos como en los animales, esto resulta en beneficio porque habrá menos contaminación de los potreros (Baustista, 2015).

### **Resistencia antihelmíntica**

Las distintas familias de antiparasitarios se han utilizado de una manera indiscriminada (ya que en el pasado su aplicación resultaba una actividad fácil de realizar, económica y eficaz), para tratar de alcanzar el estado óptimo de salud de los animales, pero, desafortunadamente por el uso excesivo y continuo, aplicación de dosis menores a las terapéuticamente recomendadas de uno o más antihelmínticos, ha provocado que se desarrolle resistencia hacia estos productos (convirtiendo la resistencia lateral en múltiple), este fenómeno es un problema que tiene una



gran repercusión económica generando bajas utilidades al productor, favoreciendo el desaliento y abandono de la actividad pecuaria (González, 2003; Delgado, 2005; Bautista, 2015).

Mottier (2001) define la resistencia 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. Por algún tipo de cambio genético en el organismo, se hace posible evadir o resistir el efecto inducido por un determinado fármaco y constituye un mecanismo defensivo evolutivo del parásito y simultáneamente, un efecto secundario indeseable para el clínico veterinario, que determina el incremento inmediato de la dosis o la concentración del principio activo hasta límites tóxicos para el hospedador y posteriormente, esto lleva a la paulatina sustitución por nuevos compuestos en el manejo antiparasitario (Muñoz, 2008; Ruíz, 2012).

La resistencia antihelmíntica (RA) se relaciona con la selección de individuos por fármacos que afectan únicamente a la porción parásita de una población de nematodos. Puesto que no se espera que ningún antihelmíntico sea 100% eficaz sobre el 100% de las especies parasitas y sus diferentes fases de desarrollo, el pequeño número que sobreviven, los cuales representan la porción resistente de la población, tiene una elevada oportunidad para contribuir en la siguiente generación aumentando gradualmente la cantidad de individuos resistentes (Bautista, 2015).

Torres (2001) indica que los factores que favorecen la resistencia a los antihelmínticos por parte de los NGE, son las siguientes:

- Subdosificación por no pesar a los animales antes de desparasitar hay un mal cálculo de la dosis, otras veces se dosifican a los animales de acuerdo al peso promedio del lote, dejando subdosificados a todos los animales que estén arriba de este peso.
- Dosificación muy frecuente ejerce una fuerte presión de selección a favor de los NGE resistentes ya que solo estos pueden sobrevivir.
- Desparasitantes de una sola familia, que permite a los NGE resistentes sobrevivir y prevalecer sobre poblaciones que no son resistentes.

- Desparasitantes con eficacia reducida, existen productos que tienen concentraciones de principio activo menores a las indicadas en la etiqueta. Otros factores son el inadecuado manejo y almacenamiento de la droga.
- Movimiento de animales, se refiere a la transmisión de cepas de NGE con RA (por ejemplo importación de animales de zonas que presentan resistencia antihelmíntica).
- Desparasitación en épocas críticas para los NGE, cuando los animales son desparasitados en el momento en que la pradera está limpia solamente los NGE que sobrevivan a la desparasitación van a infectar esa pradera de nuevo, favoreciendo la selección y presencia de solo cepas resistentes.
- Factores del parásito, las cepas resistentes de parásitos producen grandes cantidades de huevos tal como *H. contortus*, pueden predominar rápidamente sobre las cepas susceptibles. Por otro lado, parásitos que pueden incurrir en hipobiosis (como el caso de *H. contortus* y *Teladorsagia sp*) pueden volverse resistentes antes que aquellas especies que no presentan esa fase evolutiva.

Negrete (1998) y Acevedo (2015) informan que, a nivel mundial, el primer caso de resistencia antihelmíntica a tiabendazol se produjo en 1968, al levamisol en 1975 y a la ivermectina en 1985; mientras tanto Cuéllar (2010) menciona que en México se detectó en 1998 una baja eficacia en los tratamientos empleando febendazol y oxfendazol en *H. contortus* en la zona de Chapa de Mota, Estado de México y Tlapacoyan, Veracruz. En la actualidad, se puede considerar que en los estados del Golfo de México es en donde más grave resulta el problema de RA, sin descartar su presencia en el centro de México (Estado de México y Tlaxcala). En el occidente y norte del país no se ha detectado el problema (Reyes, 2007).

Cuandon (2004) refiere que la aparición de RA en los rebaños ovinos de México se debe a que existen las condiciones climáticas y de manejo del pastoreo que la favorecen. Es necesario establecer todas las acciones necesarias para continuar con su detección, especialmente en aquellas regiones en las que se aplica con alta frecuencia la desparasitación y en donde se han introducido animales con cepas presumiblemente resistentes, por ejemplo, en 2015 se importaron de Nueva Zelanda (siendo este país uno de los que presentan un problema con la

RA) 35 mil hembras F-1 para incrementar el volumen de la producción de carne de ovino en la entidad del Estado de México (EDOMEX Informa, 2015).

Si la RA sigue aumentando, en pocos años la viabilidad de los sistemas de producción de ovinos se puede ver comprometida. En países de Sudamérica y en Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda el problema de resistencia antihelmíntica se ha agravado tanto, que en la actualidad es difícil seleccionar antihelmínticos a los que las poblaciones de parásitos no presenten dicho factor (Montalvo, 2006). Debido a esta preocupación, se ha considerado conveniente disminuir la dependencia de fármacos y mantener una proporción de la población parasitaria sin exposición a los tratamientos, a través de estrategias de control alternativo y la desparasitación selectiva (Guevara, 2014).

Dentro de los métodos para la detección de resistencia a los antihelmínticos recomendados por la Asociación Mundial para el Avance de Parasitología Veterinaria (WAAVP), se encuentra la prueba de reducción de huevos en las heces, dicha prueba se basa en medir la cantidad de huevos de NGE, antes y después de un tratamiento antihelmíntico (Negrete, 1998) (Cuadro 5).

CATEGORIA	Porcentaje de eficacia (Reducción en la cantidad de huevos de NGE)
Altamente eficaz	> 98 %
Eficaz	90 – 98 %
Ayuda en el control	80 – 89 %
Insuficientemente activo	< 80 %

Cuadro 5. Prueba de eficacia antiparasitaria recomendada por la Asociación Mundial para el Avance de Parasitología Veterinaria (OIE, 2010).

La cantidad de huevos eliminados en las heces sirve para calcular el “efecto extensión” y el “efecto intensidad” después de un tratamiento antihelmíntico. El primero se refiere al porcentaje de reducción de animales eliminando huevos después de un tratamiento y el segundo es el porcentaje de reducción en la eliminación de huevos después del tratamiento (Negrete, 1998).

## **Tequesquite**

Desde antes de la conquista, los pobladores del valle de México conocían la existencia de las sales alcalinas y les encontraron utilidad en diferentes aspectos. En tiempos de secas, principalmente en las orillas de los lagos, estas sales afloraban a la superficie y formaban costras, que recibieron el nombre de tequexquitl o tequesquite (Garritz, 2007).

El tequesquite químicamente es una roca alcalina compuesta principalmente por bicarbonato de sodio y sal común, también contiene carbonato de potasio y sulfato de sodio. Su apariencia es la de sal común de mesa en grano grueso, pero con un color grisáceo (Gastronomía, 2015). Se clasifica en cuatro tipos: espumilla, confitillo, cascarilla y polvillo. Los primeros dos se obtienen de la recesión (reducción en el caudal de flujo) de las aguas, y las otras dos de eflorescencias naturales en el suelo. Estas últimas tienen más tierra y son más sucias, por lo que se prefieren las primeras dos (Gastronomía, 2015).

Una condición característica en el norte del Estado de México el sistema de manejo sanitario que emplean los productores de ovinos, Cruz (2015) señala que en la comunidad ejido de Detiña, municipio de Acambay en el Estado de México, el 100% de los productores desarrollan un manejo sanitario deficiente en sus rebaños, ya que no desparasitan a los animales y cuando lo hacen la dosificación es variable ya que no se acostumbra pesar al momento de medicar, aunado a esto, las forrajeras o distribuidoras veterinarias venden productos antiparasitarios comerciales elaborados a base de albendazol, levamisol, ivermectina, closantel, y combinaciones de closantel/albendazol o de ivermectina/closantel, por lo que la posibilidad de rotación de principios activos está muy limitada, originando esto un empleo intensivo de estos principios por razones de disponibilidad comercial a nivel local, costumbres del productor, ausencia de asesoría o franco desconocimiento en cuanto a la utilización de los productos, todos estos aspectos resultan especialmente relevantes porque van asociados a una elevada presión de selección sobre los parásitos, que tiene un impacto e irremediablemente conduce al fenómeno de resistencia.

De igual manera Cruz (2015) de igual manera señala que los productores crían a su animales bajo el un sistema conocido como pastoreo diurno y encierro nocturno, en el que no se incluye una adecuada suplementación alimenticia, lo cual lleva a una condición nutricional precaria que se agrava cuando se presentan NGE a nivel gastrointestinal

## **Justificación**

El incremento de los casos de resistencia antihelmíntica y los elevados costos de investigación hacen difícil disponer y/o desarrollar nuevos fármacos para el control parasitario, mientras que los cambios al concepto de producción orgánica y uso de productos pecuarios orgánicos, además de añadir el problema de resistencia antihelmíntica, han despertado el interés en áreas como la etnoveterinaria, lo que ha llevado a buscar otros métodos alternativos para el control y manejo de la resistencia a los antiparasitarios, tal es el caso de los aceites esenciales y plantas, ya que permite el consumo de carne o leche durante el tratamiento y ser utilizados en rebaños con resistencia a compuestos químicos. Además, para la ganadería orgánica no es fácil encontrar opciones en el mercado para controlar parásitos gastrointestinales, por lo que muchas veces este tipo de sistemas de producción se frustran en su intento de certificación. (FAO, 2003; Gervacio, 2006; Munguía, 2013; Ramírez 2015).

Martínez (2010) y Bautista (2012) mencionan que de las posibles opciones para dicho control son los productos naturales que pueden ofrecer una alternativa sustentable y económica comparada con los antihelmínticos sintéticos. El reto consiste en determinar que tanto se pueden reducir las pérdidas económicas causadas por los parásitos con productos o subproductos naturales.

La investigación en diversas opciones a base de productos naturales para el control de NGE ha cobrado relevancia y existe la urgencia de encontrar compuestos nuevos, más seguros y eficaces (Rios, 2011).

En Acambay, Estado de México al tequesquite se le atribuye propiedades antihelmínticas, ya que se ha observado que después de suministrarles dicho producto a los ovinos empiezan a mejorar su aspecto físico y en base a estas observaciones empíricas de la gente de la región es que se plantea evaluar el potencial de esta mezcla de minerales como una opción para reducir el impacto del parasitismo en los ovinos.

**Objetivo general**

Comparar la eficacia antiparasitaria del tequesquite contra NGE usando como referencia dos productos comerciales en uso con actividad probada: la ivermectina y el closantel.

**Objetivo particular**

Evaluar el efecto del tequesquite contra NGE en ovinos con infección natural, empleando parámetros como:

- Conteo de huevos por gramo de heces (hgh) excretados por los animales tratados.
- Evaluar el índice de sistema FAMACHA.
- Conocer los cambios en la ganancia de peso de los animales.
- Evaluar la condición corporal (CC).

**Hipótesis**

El tequesquite al poseer actividad antiparasitaria disminuirá la eliminación de hgh en ovinos criollos con infección natural por nematodos gastroentericos y mejorará los parámetros productivos de los ovinos a los que se les administre.

## Material y métodos

### Localización

El presente estudio se desarrolló en el municipio de Acambay, Estado de México. Se encuentra ubicado a los 19°, 57', 18'' de latitud norte y a los 99°, 50', 47'' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. La unidad de producción donde se realizó el presente estudio se encuentra en la comunidad ejido de Detiña entre las coordenadas 19°, 59', 36'' y los 20°, 00', 15'' de latitud norte y los 99°, 54', 44'' de longitud oeste y con una altitud de 2,630 a 2,700 msnm (Estrada, 1986) (figura 4).

La temperatura y la condición pluvial determinan el clima en la región que puede estimarse como templado y semihúmedo con lluvia. La temperatura media es de 14° C; la máxima es de 29.5° C y la mínima extrema de -2.5° C. La lluvia total promedio es de 750 mm anuales (González, 1994). Mientras que en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se realizaron los conteos de hgh mediante la técnica de Mc master (Alba, 2007)



Figura 4. Ubicación del municipio de Acambay (coloreado en rojo) (De Battroid, 2016)

### Animales

Se utilizaron 24 ovinos hembra, de raza criolla encastada con Dorper y katahdin, con una edad y peso promedio de 2 años y 33 kg respectivamente, a su vez fueron identificadas con aretes de plástico. Se mantuvieron en corrales de 30 m<sup>2</sup> separados por tarimas. Durante el día el productor sacaba a pastorear a los ovinos en praderas nativas de la región y durante la noche, en el encierro, la alimentación se llevó a cabo con rastrojo de maíz propio del productor. Gélvez

(2015) observó que el rastrojo de maíz tiene valores bromatológicos aproximados de: materia seca 85%, energía metabolizable 1.75 Mcal/kg y proteína cruda 5.4%. El agua se proporcionó *ad libitum*.

Se dividieron en 4 grupos de 6 ovinos cada uno, quedando de la siguiente manera:

- Grupo uno (control): Grupo sin tratamiento al que solo se administró cinco mililitros de agua destilada vía oral.
- Grupo dos (closantel): Se le suministró el producto comercial denominado *Closantil 5%*, (Chinoin. Productos farmacéuticos, S.A de C.V., México)
- Grupo tres (ivermectina): Se le aplicó el producto comercial denominado *Ivermectina 1%*, (Malta-Clayton. El experto en nutrición)

Ambos productos comerciales son de consumo regular por los productores de la zona.

- Grupo cuatro: En este grupo se ofreció en un recipiente 300 gramos de tequesquite para todo el grupo (50 gramos de tequesquite por animal), este producto se adquirió en el mercado municipal de Acambay ya que los comerciantes lo recolectan en las inmediaciones para venderlo, el producto solo fue administrado en una ocasión ya que es la forma en la que los productores lo emplean regularmente.

### **Diseño experimental**

Previamente se realizaron tres muestreos de heces a la aplicación de cualquier protocolo antiparasitario con intervalo de una semana cada uno, cada muestra se tomó directamente del recto del animal y constó de aproximadamente 10 gramos de materia fecal que fueron depositados en bolsas de polietileno identificadas con el número de arete de cada borrega, esto para determinar los valores promedio de número de huevos por gramo de heces (hgh) y tomarlos como valores basales para el estudio, las muestras se trasladaron en una hielera con refrigerante y se procesaron por medio de la técnica de Mc Master (Descrita por Alba, 2007), estableciendo de este modo los valores de referencia base respecto al número de huevos promedio por gramo de heces eliminados (hgh) (Bautista, 2012).

Una semana después de determinar la carga parasitaria se dio el tratamiento correspondiente a los grupos de tequesquite, ivermectina, closantel y control.



Semanalmente, en 10 ocasiones, se pesaron todos los animales con una balanza romana con un pilón de cinco kilogramos. La estimación de la condición corporal se realizó en forma individual por palpación directa en las vértebras lumbares (apófisis transversa y apófisis espinosa), así como en el área muscular del ojo del lomo basado en una escala que va de cero a cinco dependiendo de la cantidad de grasa y músculo que contengan las estructuras mencionadas, de igual manera se estimó el índice del sistema FAMACHA (ISF), exponiendo al animal a la luz del día y abriendo con delicadeza los párpados con la ayuda de los dedos pulgar e índice y clasificando la coloración de la mucosa ocular dando una clasificación del cero al cinco dependiendo de la tonalidad de rojo que presenta está, de igual manera fueron sometidos a muestreos de heces, esto con la finalidad que fuera más exacto el estudio y determinar que efectivamente la residualidad antihelmíntica del closantel se extendió hasta siete semanas después, como afirma Rosario (2008)

### **Análisis de resultados**

Las muestras fueron procesadas mediante la técnica de Mc Master (Descrita por Alba, 2007) con la finalidad de determinar la carga parasitaria y de esta manera determinar las diferencias que se pudieran presentar entre los diferentes grupos. Los datos obtenidos fueron organizados en tablas y gráficos para su mejor comprensión y analizados por medio de la prueba de U Mann Whitney (Figura 5), y mediante las recomendaciones de WAAVP (Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria, por sus siglas en inglés).

$$\text{Eficacia (\%)} = \frac{\text{Promedio hgh grupo 1} - \text{promedio hgh grupo 2 ó 3}}{\text{Promedio hgh grupo 1}} \times 100$$

Figura 5. Fórmula U Mann Whitney para calcular la eficacia de un antiparasitario

### **Análisis estadístico**

Los resultados del conteo de hgh y peso fueron transformados logarítmicamente ( $\log_{10}(\text{hgh} + 10)$ ) con la finalidad de disminuir la varianza al interior de cada grupo y, para precisar las diferencias entre los grupos (Fiel, 2005) y efectuar el análisis estadístico. Después se corrigieron los datos usando la siguiente fórmula (López, 2015):

$$Y_{ij} - B(X_{ij} - \mu_x)$$

Donde:

$Y_{ij}$  es la variable por corregir.

$\mu$  es una media general

$X_{ij}$  es la covariable

$B$  es la pendiente de regresión

Los datos fueron analizados por Análisis de Covarianza (ANCOVA), utilizando el software Microsoft Excel (2007) con un valor  $p < 0.05$  para aceptar diferencias estadísticas significativas.

## **Resultados**

### **Hgh**

El promedio de hgh en los animales tratados con tequesquite comenzó con 1100 huevos por gramo de heces, en el primer muestreo post tratamiento aumento en un 23.2% es decir a 1458 hgh, el comportamiento en el segundo muestreo fue el más elevado al contarse 2316.7 huevos de NGE casi duplicando la cantidad original (aumentando la eliminación de hgh 74%), en el quinto muestreo se vio el mejor comportamiento ya que se observó una disminución, contabilizando 383 hgh y una eficacia en la disminución de hgh de 69%, seguida por 467 hgh y 717 hgh (54% y 50% respectivamente) en el resto del estudio se observó menos del 50% de efectividad.

Por otro lado los ovinos del grupo control eliminaban al inicio 750 hgh, del primer hasta el tercer muestreo postratamiento eliminaron 1492, 1433 y 1175 hgh, con un aumento en la eliminación de hgh de 70% hasta 80%. Durante el cuarto muestreo los ovinos eliminaron 512 hgh (31.2% en reducción de hgh). El promedio más bajo de la eliminación de huevos fue en el muestreo cinco con 225 hgh (70.1% en reducción de hgh), al sexto muestreo tuvieron un aumento en la eliminación de NGE con 400 hgh y en la semana siete con 717 huevos excretados, del octavo chequeo al final del estudio eliminaron por arriba de 1000 hgh.

De manera similar, los ovinos a los cuáles se les administró ivermectina al inicio del estudio tenían en promedio 900 hgh, para el tercer muestreo esta cantidad disminuyó a 233 hgh (51% de eficacia) esta cantidad de hgh disminuyó paulatinamente hasta llegar al quinto conteo donde tuvieron su mejor desempeño alcanzado el 97% de eficacia ( con una eliminación de 34 hgh), sin embargo, el porcentaje de eficacia se mantuvo por poco tiempo ya que en el siguiente muestreo se observó una eficacia del 81.1% (183 hgh), el porcentaje de eficacia fue disminuyendo y el número de hgh fue aumentando, al octavo muestreo con 29% de eficacia y 717 hgh, al terminar el estudio el conteo de huevos de NGE fue de 508 (41.1% de eficacia).

En tanto el grupo de ovinos al cual se les administró closantel arrojaba 1091 hgh al inicio del estudio, a la primer semana post tratamiento mostró una eficacia del 43% (excretando 400 hgh), este porcentaje se fue elevando continuamente hasta llegar al quinto muestreo donde fue su promedio más alto con un 69% de eficacia, a partir del sexto muestreo el closantel tendió a disminuir su porcentaje de eficacia porqué en la siguiente obtuvo 23.1% con 833.3 hgh, al final

del experimento en los conteos nueve y diez los animales arrojaban 1175 hgh y 1316 hgh, con una clara eficacia negativa.

En la Gráfica 1 se puede observar la cinética de la eliminación de hgh, mientras que en el cuadro 6 se muestra el promedio de hgh excretados por cada grupo, mientras que el cuadro 7 muestra la eficacia de los diferentes antiparasitarios durante el estudio.

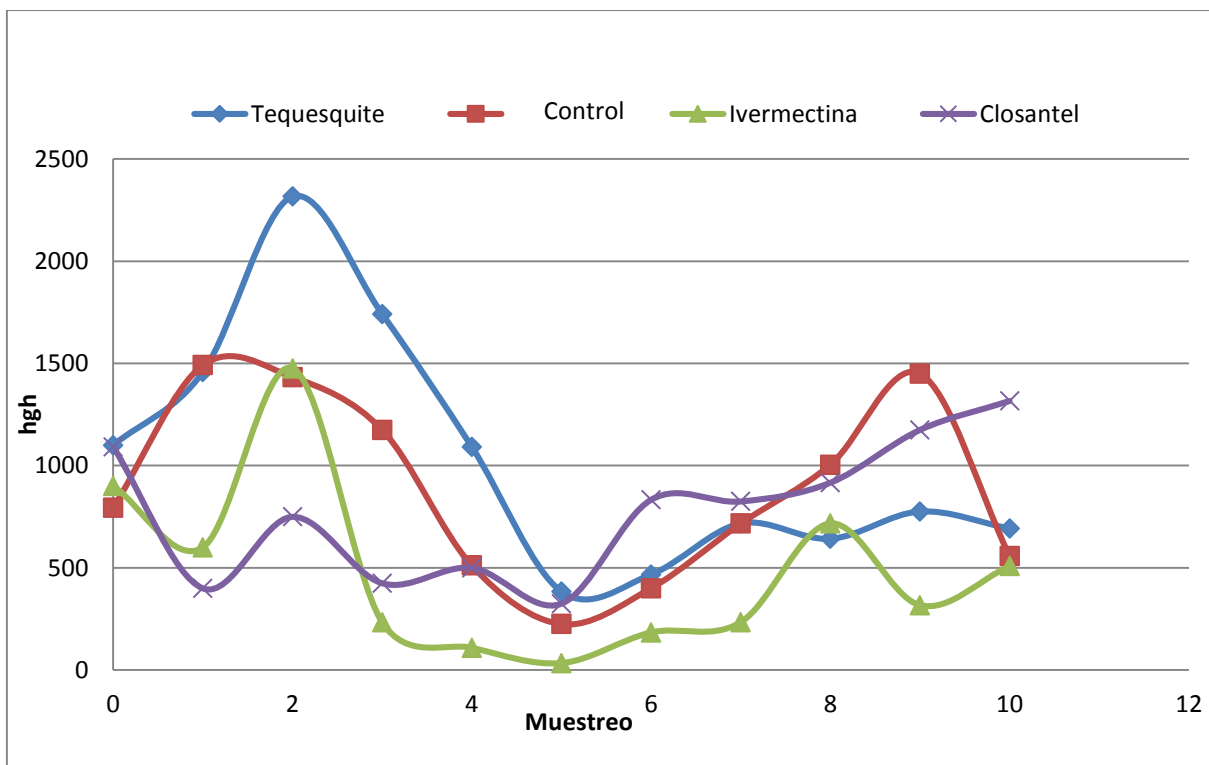
El grupo de ovinos a los que se les aplicó ivermectina tuvo una disminución estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) en la eliminación de hgh, a la vez que el valor de F rebasa el valor crítico de F confirma lo antes dicho (cuadro 8).

Muestreo											
ID	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tequesquite	1100	1458	2317	1742	1092	383	467	717	642	775	692
Control	750	1492	1433	1175	512	225	400	717	1004	1450	558.5
Ivermectina	900	600	1475	233	109*	34*	184*	234	717	317	509
Closantel	1091	400	750	425	500	325	833	825	917	1175	1317

Cuadro 6. Promedio de la eliminación de hgh entre los diferentes grupos de animales.  
\* Estadísticamente con cambios significativos ( $P < 0.05$ )

Muestreo											
ID	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tequesquite	0	-23	-74	-41	17	69	54	50	46	22	31
Control	0	-70	-79	-80	31	70	31	16	-59	-209	-22
Ivermectina	0	32	-49	51	89	97	81	73	29	51	41
Closantel	0	43	3	50	53	69	23	-3	3	-24	-35

Cuadro 7. Comparación de la eficacia (%) de los diferentes protocolos antiparasitarios.



Gráfica 1. Comparación del promedio de la eliminación de hgh, donde se nota que en el quinto muestreo es donde todos los grupos de animales mostraron una disminución en el conteo de hgh.

RESUMEN		hgh		
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Tequesquite	10	25.34	2.53	0.11
Control	10	27.23	2.72	0.13
<b>Ivermectina*</b>	<b>10</b>	<b>15.10</b>	<b>1.51</b>	<b>0.16</b>
Closantel	10	26.75	2.67	0.046

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	9.829828025	3	3.27	<b>28.62**</b>	<b>1.21E-09*</b>	<b>2.86**</b>
Dentro de los grupos	4.120688003	36	0.11			
<b>Total</b>	<b>13.95051603</b>	<b>39</b>				

Cuadro 8. Resultados estadísticos del conteo de hgh, donde se puede apreciar que el grupo que obtuvo cambios relevantes fue el de ivermectina (probabilidad <0.05 siendo confirmado por el valor de F, donde supero al valor crítico de F confirmando que existen variaciones significativas)

## **Peso**

El grupo de ovinos tratados con tequesquite al principio del estudio mostraron un peso promedio de 31 kg, manteniendo un peso similar, hasta el sexto muestreo los animales aumentaron en promedio tres kilogramos. Después de 70 días tuvieron una ganancia de peso promedio de cuatro kilogramos (62 gramos/día) y en esta semana se observó el nivel más alto en este grupo.

En promedio los ovinos del grupo control pesaron 34 kg para la semana seis aumentaron cuatro kilogramos (para ubicarse en 38 kg) pero no fue sino hasta la semana 10 donde encontraron su promedio más alto en cuanto a peso con cinco kilogramos ganados (GDP 71 gramos/día)

Los ovinos tratados con ivermectina empezaron el experimento con 37 kg aumentando dos kilogramos para el muestreo tres. En el quinto y décimo muestreo fue donde los animales alcanzaron su pico más alto al ganar en promedio cinco kilogramos (para ubicarse en 43 kg). Con una GDP: 78 gramos/día.

El grupo de animales tratados con closantel comenzó con 30 kg promedio, hasta la tercera semana hubo el aumento de un kilogramo teniendo este peso hasta la semana seis y diez, donde se obtuvo el mejor comportamiento con cinco kilogramos en promedio una GDP de 71 gramos/día. El cuadro 9 muestra los promedios de peso obtenidos por los 4 grupos del estudio, El cuadro 10 muestra los pesos totales obtenidos que ganó en el experimento (GTP: promedio inicial-muestreo 10) y la ganancia diaria de peso (GTP/70). En la gráfica 2, se observa que los ovinos de los grupos ivermectina y closantel tuvieron ganancias de pesos similares.

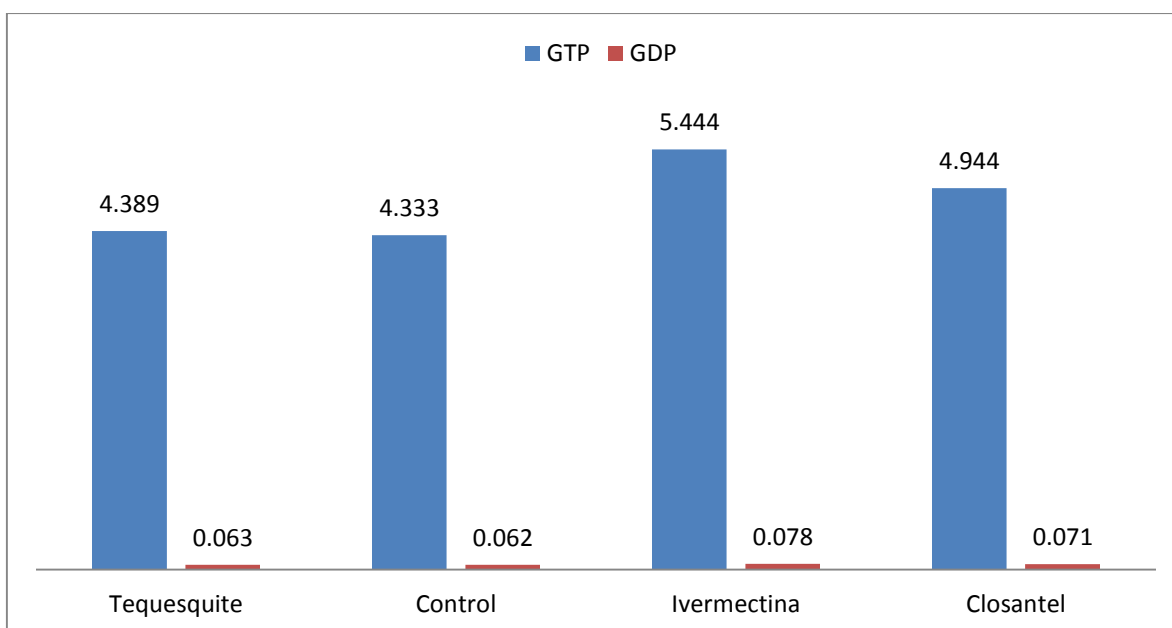
Estadísticamente no hubo diferencias relevantes en los pesos de los cuatro grupos de animales ( $P > 0.05$ ), este puede afirmarse por el valor de F que es menor al valor crítico de F lo cual indica que no existen diferencias significativas, esto se puede constatar en el cuadro 11.

Muestreo											
Identificación	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tequesquite	31	32	31	32	31	31	34	34	34	32	35
Control	34	35	35	36	36	37	38	37	37	37	39
Ivermectina	37	38	38	39	38	39	43	41	41	40	43
Closantel	30	31	31	32	30	32	35	33	33	33	35

Cuadro 9. Promedio de los pesos (kg) de los animales de los 4 grupos.

Grupo	GTP (kg)	GDP (GTP/70) (kg)
Tequesquite	4.389	0.063
Control	4.333	0.062
Ivermectina	5.444	0.078
Closantel	4.944	0.071

Cuadro 10. Ganancias totales y diarias de peso de los 4 grupos de animales.



Grafica 2 Comparación de la ganancia total de peso (GTP) y ganancia diaria de peso (GDP).

RESUMEN		PESO		
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tequesquite	10	15.36	1.53	0.00047
Control	10	15.40	1.54	0.00026
Ivermectina	10	15.411	1.54	0.00041
Closantel	10	15.44	1.54	0.00057

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.00030	3	0.00010	<b>0.23317*</b>	<b>0.87265</b>	<b>2.866265*</b>
Dentro de los grupos	0.01560	36	0.00043			
Total	0.01590	39				

Cuadro 11. Resultados estadísticos de la ganancia de peso en los cuatro grupos de animales, donde se puede apreciar que no existen cambios relevantes (probabilidad > 0.05) de igual manera está afirmación lo comprueba el valor de F que siendo menor que el valor crítico de F indica que todas las porciones son iguales (marcado en negritas y con un asterisco).

#### Condición corporal

Los ovinos suplementados con tequesquite iniciaron el experimento con CC de dos, manteniéndose igual durante las cinco revisiones siguientes, en la revisión seis en promedio ganaron un grado de CC para ubicarse en tres, posteriormente y hasta el final del experimento obtuvieron un dos.

Al igual que el lote pasado, el grupo control empezó con una CC de dos, reteniéndola durante todo el experimento, hasta el noveno y décimo muestreo aumentaron un grado su CC para terminar con un tres.

Mientras tanto los ovinos tratados con ivermectina comenzaron con nivel dos el experimento, el tercer y cuarto muestreo fue donde obtuvieron un tres grupalmente, en las demás revisiones obtuvieron dos mientras que al final del estudio (noveno y décimo) obtuvieron un tres.

Al igual que los otros ovinos del experimento, el lote de animales tratados con closantel comenzó con un dos de CC durante tres muestreos consecutivos, para el cuarto aumentaron en uno su índice de CC siendo esta semana la única donde lo obtendrían, ya que en adelante los ovinos conservarían un 2 de CC.

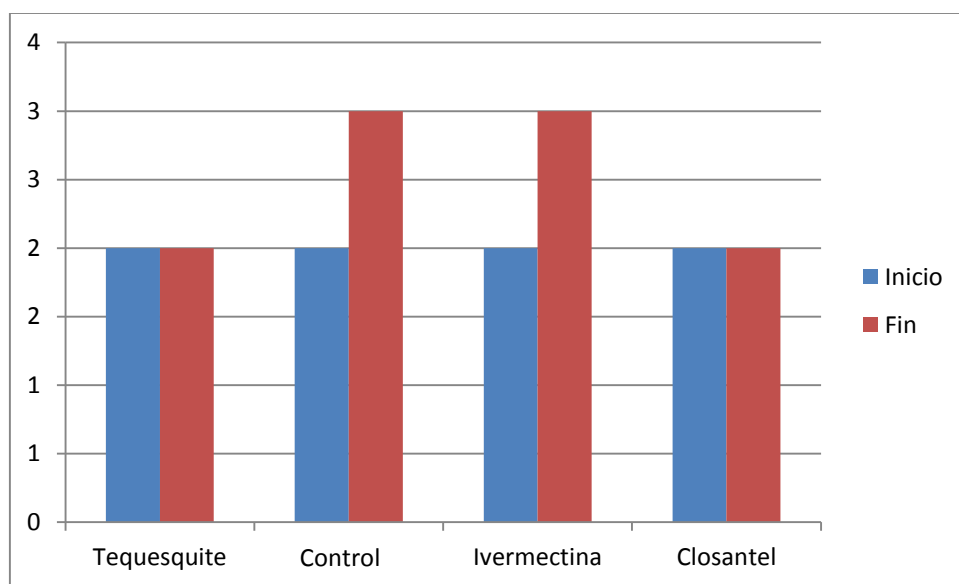


El cuadro 12 muestra los promedios obtenidos en los 10 muestreos post tratamiento y el cuadro 13 muestra los resultados estadísticos y menciona que no existieron cambios relevantes en la condición corporal de los animales del presente estudio (probabilidad >0.05).

En la gráfica 3 se observa que los ovinos de los grupos control e ivermectina fueron los que al finalizar el experimento aumentaron un grado de CC.

Identificación	Muestreo										
	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tequesquite	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2
Control	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Ivermectina	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3
Closantel	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2

Cuadro 12. Comparación de los promedios de la condición corporal de los cuatro grupos.



Gráfica 3. Ganancia de condición corporal entre los diferentes grupos que conformaron el experimento.

RESUMEN		CC		
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tequesquite	10	23.75	2.38	0.03
Control	10	23.67	2.36	0.03
Ivermectina	10	23.09	2.30	0.03
Closantel	10	24.69	2.46	0.05

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<b><i>F</i></b>	<b><i>Probabilidad</i></b>	<b><i>Valor crítico para F</i></b>
Entre grupos	0.131408	3	0.04380	<b>1.103912*</b>	<b>0.360176153</b>	<b>2.866265*</b>
Dentro de los grupos	1.428472	36	0.039679			
Total	1.559881	39				

Cuadro 13. Resultados estadísticos de los datos correspondientes a la condición corporal de los 4 grupos del presente estudio, donde muestra que no hubo cambios estadísticos relevantes (probabilidad  $> 0.05$ , marcado con negrita), esto se puede corroborar con el valor de F que es menor a su valor crítico afirmando que no existen cambios estadísticos relevantes (marcado en negritas y con un asterisco).

## FAMACHA

En promedio los ovinos tratados con tequesquite empezaron con un índice de sistema FAMACHA (ISF) de cuatro, aumentando un grado a la semana siguiente de administrar los tratamientos, pero en el tercer muestreo disminuyó su coloración de mucosa ocular para ubicarlos otra vez en un grado cuatro, permaneciendo así tres muestreos consecutivos, para que en los muestreos cinco, seis, ocho, nueve y diez del estudio se conservaran un tres de ISF.

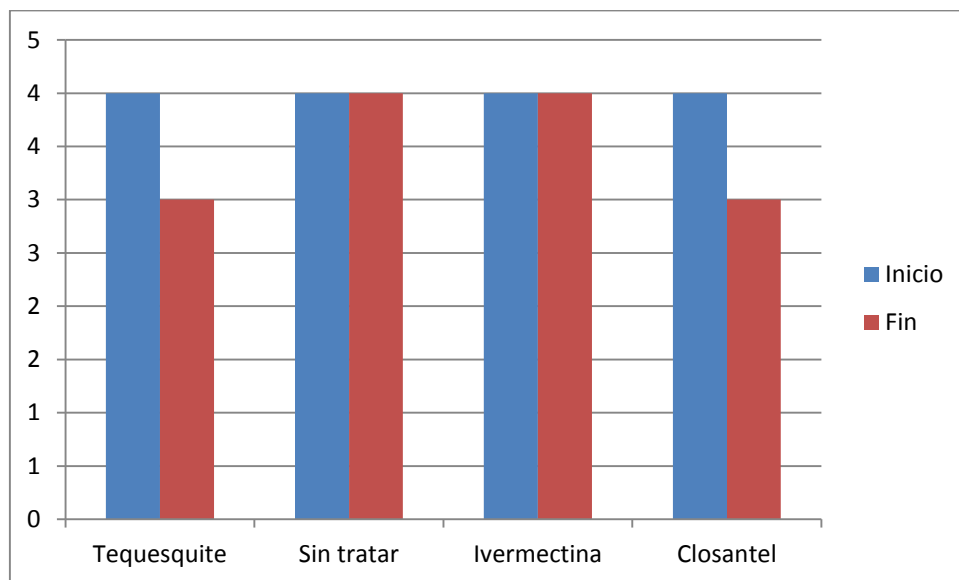
En cuanto al ISF de los ovinos del grupo control empezaron con un grado cuatro, conservando este valor todo el experimento (solo en el muestreo nueve ganaron un grado de ISF, pero en el último muestreo volvieron a ser calificados como cuatro)

En relación con el ISF los ovinos tratados con ivermectina obtuvieron en promedio un cuatro sin cambios durante todo el experimento.

Los ovinos tratados con closantel de igual manera comenzaron con un promedio de cuatro de ISF, en los muestreo uno, dos, seis, siete, ocho y nueve este grupo mostraron una mejoría al ganar un punto de ISF manteniéndola hasta el final del estudio.

Los resultados del análisis estadístico (cuadro 14) muestran una diferencia significativa en el grupo de closantel (probabilidad  $< 0.05$ ), esto se puede comprobar donde el valor de F

supera a su respectivo valor crítico. En la gráfica 4 hace referencia que los ovinos de los grupos tequesquite y closantel fueron los que al finalizar el experimento aumentaron un grado de FAMACHA.



Gráfica 4. Calificación en el índice del sistema FAMACHA al inicio (azul) y final del experimento (rojo) de los ovinos que conformaron los 4 grupos.

RESUMEN		ISF		
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tequesquite	10	23.56	2.36	0.01
Control	10	22.08	2.20	0.05
Ivermectina	10	23.48	2.34	0.01
<b>Closantel**</b>	<b>10</b>	<b>25.34</b>	<b>2.53</b>	<b>0.05</b>

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.531940	3	0.177313	<b>5.10*</b>	<b>0.005**</b>	<b>2.86*</b>
Dentro de los grupos	1.249305	36	0.034702			
Total	1.78124	39				

Cuadro 14. Resultados estadísticos de los datos obtenidos del ISF, donde muestra que hubo cambios significativos en el grupo de closantel (probabilidad < 0.05, marcado con dos asteriscos) esto se puede corroborar en el dato de F donde supero su valor crítico indicando que hay variación entre los grupos (marcado en negrita y un asterisco).

## **Discusión**

El tequesquite no presentó ningún efecto sobre los parámetros analizados, de modo que al evaluar estadísticamente los conteos de huevos eliminados por los ovinos no se observó diferencias contra los resultados obtenidos en los animales del grupo control ya que tuvieron valores similares a lo largo de todo el estudio (en especial en el muestreo cinco, a la mitad del experimento se produjo una importante disminución en la eliminación de hgh en ambos grupos de animales con una eliminación de 383 hgh y 225 hgh respectivamente).

En cuanto a la ganancia de peso se observó un comportamiento muy parecido al del grupo control, ganando 4.389 kg y 4.333 kg correspondientemente, esta ganancia de peso de los ovinos del grupo control lleva a considerar que los ovinos de esta región han desarrollado un nivel de resiliencia que les permite ganar peso aun con parasitismo, de tal manera que con el tiempo que ha pasado empleando los mismos antiparasitarios sin efectos, las características de su genética les permite sobreponerse a la condición parasitaria aun con la presencia de una nutrición deficiente en la que se encuentran. La CC se mantuvo en nivel dos durante casi todo el experimento aumentando al final del mismo para quedar en tres.

En el ISF el grupo de animales tratados con tequesquite mejoraron esta característica durante el quinto, sexto muestreo y en los últimos tres muestreos, mientras que los animales del grupo control la mejoraron al final para ubicarse en el nivel tres de acuerdo a esta clasificación.

El comportamiento que se esperaba de la sustancia objeto de estudio respecto a los productos comerciales no fue muy diferente respecto a lo que conciben los productores, ya que se esperaba encontrar diferencias importantes de acuerdo con lo que describe la literatura con valores de eficacia del closantel y la ivermectina contra este tipo de organismos de más del 90%, considerando además el efecto de residualidad en su efecto antiparasitario que debería extenderse hasta por ocho semanas en el caso del closantel y seis en el caso de la ivermectina, condición observada durante las primeras cuatro semanas con cuentas inferiores a los 600 hgh mientras que los animales tratados con tequesquite arrojaban por arriba de los 1000, después del quinto muestreo el conteo de huevos tratados con la sal alcalina arrojó conteos inferiores a los 775 hgh siendo parecido a la sumatoria de las cantidades de huevos que eliminaban los animales del grupo tratado con closantel (que al final del experimento desechaba

por arriba de 1000 hgh) y los individuos del grupo de ivermectina excretaban por debajo de 717 hgh.

Cabe recalcar que la eficacia obtenida con el closantel a lo largo de todo el estudio estuvo por debajo del 70%, mientras que el grupo de ivermectina durante tres muestreos (cuarto, quinto y sexto) por arriba del 80%, al final del estudio su eficacia fue del 41 %, valores que resultan por demás bajos.

Con respecto a la ganancia de peso, los animales tratados con ivermectina y closantel obtuvieron 1.055 kg y 0.555 kg (respectivamente) más que los animales del grupo de tequesquite pero cuando esos resultados fueron comparados mediante las pruebas estadísticas se determinó que no presentaban diferencias entre ellos ( $P > 0.05$ ). Con referencia a la CC no hubo variaciones significativas ( $P > 0.05$ ) ya que hubo altibajos a lo largo de todo el estudio, solo que al final únicamente los animales del grupo control e ivermectina obtuvieron un nivel tres de CC.

En cuanto al ISF los animales sometidos al tratamiento de closantel y tequesquite fueron los que mejoraron su índice FAMACHA en un grado (siendo closantel que tuvo cambios estadísticos  $P < 0.05$ ), mientras que el grupo de ovinos al que se le aplicó ivermectina se mantuvo en cuatro a lo largo de todo el experimento.

Comparando estos resultados con los de otras investigaciones en las que se ha usado estos mismos compuestos químicos, se puede considerar que la baja eficacia del closantel se asocia a su uso continuo para controlar grupos de parásitos que tienen diferentes respuestas a un fármaco determinado, si se utiliza la dosis que elimina a los más sensibles.

Otro aspecto que está relacionado con la que la tendencia a nivel de laboratorios farmacéuticos a la formulación de antiparasitarios combinando principios de diferentes familias apostando a un efecto sinergizante que en teoría mejora el desempeño de los productos comerciales, un ejemplo en este sentido es el estudio de Zapata (2014) realizado en Tlaxcala, donde evaluó una combinación de ivermectina y closantel (Parasitol plus, Lab. ANDOCI, S.A de C.V) y una presentación de ivermectina (Iverfull macrovit ADE, Aranda, salud animal) en ovinos con conteos de 19000 y 9000 hgh respectivamente, a la semana siguiente de aplicar los productos y durante 28 días post tratamiento mantenían conteos en cero, él observó que los

resultados de la aplicación de una combinación de ivermectina y closantel (ambos principios usados en este estudio) no mostraron un posible sinergismo al respecto a usar individualmente los principios activos, por lo que resulta importante considerar el perfil parasitario de los animales cuando se van aplicar estas combinaciones.

En Jaltenco, Estado de México en donde Cervantes, (1997) detectó al evaluar aplicación de closantel contra nematodos gastrointestinales en ovinos que al inicio del experimento arrojaban 1175 hgh, tuvo un desempeño de 35% de eficacia máxima del que se podía esperar a los siete días después del tratamiento que es el lapso en el que debiera observar los mejores efectos, siendo que el autor se lo atribuyó al tipo de alimentación de los NGE que afectaba a la unidad de producción.

En el presente estudio los resultados en cuanto a la eficacia y duración del efecto de la ivermectina fueron parecidos a los estudios realizados en Chiapas por González (2014) él desparasitó a animales con conteos superiores a los 1000 hgh (en promedio 3000 hgh de NGE) encontrando que al usar éste compuesto a los 14 días post tratamiento hay un porcentaje de efectividad de 87% (en la misma fecha en este estudio arrojó resultados de eficacia negativa, ya que se contabilizaban 50% más huevos de NGE que al principio), remontando a 1997 en Jaltenco, Cervantes detectó que el grupo de 20 individuos tratado con ivermectina presentó el valor más elevado de eficacia a los siete días post tratamiento con el 98.1% (a diferencia de este estudio donde la eficacia más elevada fue en el quinto muestreo), que fue disminuyendo hasta los 49 días con 86.8% (en este punto, en este estudio no rebasaba el 75% de efectividad) y para el día 70 fue del 26.8% y en el día 84 fue nulo.

Al ser el primer estudio en el que se evalúa el desempeño del tequesquite, no existen estudios en otras regiones, ni en otros países con los que se puedan establecer comparaciones referenciales, pero este aspecto ya evaluado permitirá plantear a los productores otras opciones en el manejo de los parásitos gastroentéricos en sus animales, por ejemplo pensar en una familia alterna como la de los imidazotiazoles y analizar su comportamiento aun cuando se trata de un grupo químico ya con muchos años de haber sido introducido hay la experiencia de que es una buena opción en situaciones de este tipo.

La ausencia de un efecto benéfico de la aplicación de estos principios sobre los parámetros productivos se evidenció ya desde 1988 en el estudio de Serrano, en Teoloyucan, México observando que aplicando closantel, la ganancia de peso no fue significativa (2.87 kg) contra el grupo testigo que aumentó 2.66 kg, por lo que el empleo de este principio no aportó ningún beneficio, resultados similares obtuvo Cervantes en Jaltenco en el año de 1997 (los tratados con closantel ganaron 2 kg y con ivermectina con 3.6 kg respectivamente), estos resultados llevan a considerar en principio sustentando los argumentos en una reducida eficacia antiparasitaria que no reduce el impacto del parasitismo, pero además considerar hasta donde la condición nutricional ejerce una influencia sobre el estado de los animales y el impacto del parasitismo en ellos pensando en que este aspecto aunado a las características genéticas regionales de los animales los haga más resistentes y con mayor potencial productivo del que tienen en este momento.

En este estudio de acuerdo con los resultados obtenidos el factor resiliencia puede ser un elemento importante ya que en ninguno de los grupos tratados se produjo una disminución significativa de las cuentas de huevos, particularmente al comparar los datos con los ovinos del grupo control que aumentaron de peso, tal vez de una forma poco relevante pero homogénea entre todos los animales de los diferentes grupos, este fenómeno ha sido documentado por Gervacio, (2006) en Cuautitlán México, que utilizando a 59 ovinos encastados con columbia alimentados con pastoreo rotacional de alfalfa y pasto orchard, en el encierro se les ofrecía paja de avena y silo de maíz, encontró correlación entre el índice FAMACHA, hgh y C.C. que animales con un color de mucosa ocular adecuado (uno) con bajas tasas de eliminación de huevos (250 hgh, teniendo 3.5 C.C), en tanto que animales con nivel dos, eliminan 1034 hgh y su C.C ronda los 2.7 y los animales con grado tres eliminan en promedio 2911 hgh y su C.C es de 2.2 y por último los animales con índice cuatro presentan la mayor excreción de hgh con 16445 y su condición corporal es de uno.

Como se pudo observar con el ejemplo anterior la alimentación juega un papel importante en las infecciones por NGE ya que De la Cruz en el año 2012 utilizó 40 machos Blackbelly detectó que a las ocho semanas la diferencia de peso en animales subalimentados y animales en los que se cubría el 100% de los requerimientos fue de alrededor de cuatro kilogramos (con tasas de eliminación de 133 hgh), mientras que la eliminación de hgh en

animales subalimentados era de 1000 hgh a los 56 días, situación que puede relacionarse con el desempeño de la respuesta inmune interactuando con los organismos parasitarios en el tracto digestivo.

Morales (2010) en Venezuela utilizando 160 ovinos demostró que conteos de 422 hgh de NGE tienen un valor de hematocrito (Hto) de 31.8%, y cuentas mayores de huevos de nematodos el valor del hematocrito baja (excretando 1350 hgh y Hto de 9.8%) a su vez señala que las infestaciones parasitarias por nematodos digestivos hematófagos se correlacionan negativamente con parámetros hematológicos como el valor del hematocrito, por ende, este parámetro puede ser empleado como un indicador indirecto de la resistencia a la infestación parasitarias, siempre y cuando la parte asociada a la nutrición esté resuelta y desgraciadamente en la gran mayoría de los casos en los sistemas de producción de subsistencia este aspecto es una limitante de gran importancia, la cual es difícil de resolver porque existe la limitante económica para resolverla, y ha sido descrita por Torres *et al.*, (2015) que en Yucatán encontró que los animales en pastoreo muestran niveles de anemia que se deben a la subnutrición (insuficiente cantidad/calidad de dieta) y la constante actividad reproductiva. Por lo tanto, la anemia no necesariamente está determinada por una infección severa de parásitos (especialmente *H. contortus*). Debido a esto, se encuentran animales con bajas calificaciones del índice FAMACHA y bajas cargas de huevos de nematodos, teniendo relación con lo mencionado en Cuba por Arece (2007) que considera que el índice FAMACHA puede ser aplicado como estrategia de control parasitario basado en la posibilidad de detectar animales anémicos como resultado de las infestaciones por *H. contortus*, pero definitivamente la condición nutricional es también una causa importante de anemia y su impacto es difícil de reducir si no hay disponibilidad de recursos para desarrollar una suplementación apropiada para resolver esta situación.

En este estudio en particular se detectó en el quinto muestreo una disminución en el número de hgh de todos los grupos de ovinos, el fenómeno se observó con los tratamientos químicos y en los animales del grupo control sin tratamiento, esto puede asociarse al fenómeno de autocura, siendo que este aspecto ha sido descrito por Crempien (s.f) que explica que la eliminación de huevos de NGE tiene una curva que se inicia a fines de verano, con un pico en abril o mayo, que luego decrece, luego se presenta un nuevo pico conocido como “pico



primaveral” o subida periparto y que se debe en gran parte a aumento en la progesterona e Ibarra (2011) señala que este fenómeno es común en zonas endémicas de hemoncosis, al inicio de la temporada de lluvias, se manifiesta con diarrea y expulsión de gran cantidad de vermes, se ha sugerido que puede estar ligado a la ingestión de pasto verde, tierno, que como se sabe ejerce algún efecto laxante, lo cual ayuda a la eliminación de NGE.

### **Conclusiones**

Los resultados obtenidos bajo las presentes condiciones de trabajo y empleando al tequesquite como tratamiento de las parasitosis gastroentéricas de ovinos en la zona de Acambay, y según las recomendaciones de WAAVP es insuficientemente activo (<70%).

En relación con los principios que se emplearon para contrastar los resultados de la prueba de evaluación del tequesquite como antiparasitario se encontró también resultados muy pobres lo cual permite considerar la existencia del fenómeno de resistencia antihelmíntica tanto en el caso del closantel como en el caso de la ivermectina, esto debido al uso desmedido, subdosificación u otros aspectos, ya que el primero solo tuvo <70% de eficacia (insuficientemente activo) en todo el estudio, mientras que la ivermectina mantuvo valores >80% (ayuda en el control) en tres muestreos considerando que la literatura describe que se puede extender hasta 6 o 7 semanas.

En la ganancia de peso, todos los grupos se comportaron de manera similar, la condición corporal de los ovinos del grupo control e ivermectina obtuvieron un grado en esta escala y en cuanto al ISF se observó en los animales de todos los grupos puede ser atribuido más a una deficiencia en la alimentación de los ovinos que al efecto del parasitismo, ya que la dieta no cubría el 100% de sus requerimientos nutricionales. En ninguno de los ejemplos anteriores hubo un cambio estadístico significativo.

Los animales usados para el desarrollo de este trabajo en su mayoría aparentemente presentan resiliencia lo cual les permite soportar grados de parasitismo moderados sin que se produzcan pérdidas de peso, ya que todos los grupos de animales independientemente de ser o no tratados ganaron kilogramos.

## Bibliografía

1. Acevedo R.P.M. Identificación y caracterización biológica y bioquímica de una proteasa extracelular de *Arthrobotrys musiformis* con efecto *in vitro* contra larvas 3 de *Haemonchus contortus*. (Tesis de doctorado) Coyoacán (Distrito Federal) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 2015.
2. Alba H.F. (2007). Parasitología Veterinaria. Manual de laboratorio. UNAM.
3. Alcántara N.J.A. García C.T. Efecto de la desnutrición sobre algunos parámetros productivos en ovinos blackbelly con infección experimental por *Haemonchus contortus* (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2011.
4. Almazán A.J.J. Evaluación de la infección natural con nematodos gastroentéricos en tres razas ovinas. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2012.
5. Arece J. Rodríguez D.J.G. López Y. La metodología FAMACHA: una estrategia para el control de estrongilidos gastrointestinales en ovinos. Estudios preliminares. Rev. Salud Anim: Vol: 29 No. 2, 91-94, 2007.
6. Arece J. Rodríguez D.J.G. Olivares J.L. Eficacia del closantil 5% contra estrongilidos gastrointestinales en ovinos. Rev. Salud Anim: Vol: 30 No. 1, 59-62, 2008.
7. Arece J. López Y. Validación del sistema FAMACHA en la detección de anemia en ovejas pelibuey en Cuba. Pastos y forrajes, Vol. 36, No. 4, octubre-diciembre, 479-484, 2013.
8. Aroztegui R.J. Rodríguez Ch.S. Tort Q.J. Efecto de la eficacia parcial de un antihelmíntico comercial sobre diferentes parámetros productivos en corderas Dohne. (Tesis de grado, Doctor en ciencias veterinarias) Montevideo, Uruguay: Universidad de la República: 2013.
9. Bautista C.O., Ovalle LCP. Evaluación de la eficacia de un preparado acuoso de semilla de papaya (*Carica papaya*) contra *Haemonchus contortus* en ovinos con infección artificial. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2012.
10. Bautista C.O. Efecto de la administración de oral de partículas de cobre en ovinos sobre el establecimiento de larvas infectantes (L3) de *Haemonchus contortus* y posibles

- alteraciones en la mucosa abomasal. (Tesis de maestría) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2015.
11. Bowman D.D. Parasitología para veterinarios. 9° ed. Elsevier. Barcelona, España, 2011.
  12. Buendía J.J.A. Patrones de interleucinas producidas por linfocitos abomasaes asociados a la resistencia en la hemoncosis experimental ovina. (Tesis de Doctorado) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2015
  13. Carbonell G.E. Efecto de la desparasitación con moxidectina e ivermectina después del parto en ovejas infestadas con nematodos gastroentéricos de forma natural. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2001.
  14. Casas A.A. Determinación de IgG sérica anti L-3 de *Haemonchus contortus* en ovinos con protección inducida contra la hemoncosis experimental. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2015.
  15. Cervantes R.M.A. Eficacia y evaluación del periodo de reinfestación por nematodos gastroentéricos utilizando moxidectina, ivermectina o closantel en ovinos con infestación natural. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 1997.
  16. Cervantes R.M.T. Detección de resistencia a antihelmínticos en ovinos infectados naturalmente con nematodos gastroentéricos y el uso del sistema FAMACHA como método alternativo de control. (Tesis de maestría) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2005.
  17. Crempien L.Ch. (Sin fecha). Control del parasitismo causado por estrongídeos en ovinos. Curso: Producción ovina, secano costero central. Archivo electrónico en: [www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR16881.pdf](http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR16881.pdf)
  18. Cuandon M.R. Detección de nematodos gastroentéricos con resistencia antihelmíntica en los rebaños ovinos de los estados de Hidalgo y México. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2004.
  19. Cuéllar<sup>1</sup> O.J.A. (Sin fecha). El sistema FAMACHA, una opción eficaz para el control de nematodos gastroentéricos en los ovinos. Archivo electrónico.

<http://iberovinos.com/iberovinos/images/stories/cyted/Archivos-Sanidad/Control-antiparasitario/FAMACHA-Cuellar.pdf>

20. Cuéllar<sup>2</sup> O.J.A. (Sin fecha). La nematodiasis gastrointestinal ovina, una enfermedad que causa retraso en el crecimiento y mortandad. Fortalecimiento del sistema de productos ovinos. Archivo electrónico:  
<http://www.uno.org.mx/sistema/pdf/sanidad/lanematodiasisgastrointestinal.pdf>
21. Cuéllar O.J.A. Parasitosis del aparato digestivo. En: Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. Edit. Pijoán y Tórtora. Primera edición, México, 1986.
22. Cuéllar O.J.A. Uso eficaz de los tratamientos antihelmínticos en ovinos. Mem. Primer foro nacional de ovinos de pelo. AMTEO. Guadalajara, Jalisco, 2008.
23. Cuéllar O.J.A. Nuevas opciones para el control de parásitos en la ovinocultura tropical. 1° simposio de ovinocultura tropical, 2010.
24. Cuéllar O.J.A. Manual práctico para la cría ovina. 1° ed. México, D.F: Ediciones pecuaria, 2011.
25. Cruz E.V.M. Reporte de servicio social: Desarrollo rural e investigación agropecuaria en el municipio de Irapuato, Guanajuato. Realizado en Acambay, Estado de México, Marzo 2015.
26. De Battroid - Trabajo propiográfico vectorial con Inkscape, Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24721140>. Revisado en 2016
27. De la Cruz C.H.A. García L.E. Efecto de la desnutrición sobre la infección experimental por *Haemonchus contortus* en ovinos blackbelly. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2012.
28. De la Fuente M.E. Apuntes de enfermedades infecciosas: Parasitarias. FESC, UNAM. 25/Abril/2013.
29. De Lucas T.J. Apuntes de zootecnia ovina: Ovinos en el mundo y México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2011.
30. Delgado E.E.. Situación del problema de la resistencia a los antihelmínticos en la nematodiasis gastroentérica ovina -revisión bibliográfica- (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2005.

31. Dynes R.A, Poppi D.P. (1998) Elevation of feed intake in parasite-infected lambs by central administration of a cholecystokinin receptor antagonist. *J. Nutr.*79: 47-54
32. EDOMEX Informa (4 de Marzo del 2015). Importarán a edomex 35 mil vientres ovinos de Nueva Zelanda. Metepec, México. Dirección de donde se extrajo el documento: <http://edomexinforma.com/2015/03/importacionvientresovinos/>
33. Estrada T.A. Acervo etnomicológico en tres localidades del municipio de Acambay (San Pedro de los metates, ejido de Detiña y Ejido de la palma), Estado de México. (Tesis de licenciatura) Tlalnepantla (Estado de México) México: Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, 1986.
34. FAO, 2003. Resistencia A los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. Estudio FAO producción y sanidad animal 157, Roma, 2003.
35. Fiel A.C. (2005). Manual técnico: Antiparasitarios internos y endectocidas de bovinos y ovinos. Facultad de ciencias veterinarias, UNICEN-tandil.
36. García H.J. Parásitos gastrointestinales y pulmonares en ovinos. Mem. Del curso: Técnicas de parasitología aplicadas en la producción de pequeños rumiantes ante la resistencia antihelmíntica, 2015.
37. Garritz R.A.. Breve historia de la educación Química en México. Facultad de Química, UNAM, Bol. Soc. Quím. Méx. 2007, 1(2), 3-24
38. Gastronomía: Tequesquite (2015). Recurso electrónico en: <http://foros.elsiglodetorreon.com.mx/gastronomia/609155-tequesquite.html>
39. Gélvez L.D.. (2015) Mundo pecuario, tablas/maíz rastrojo. URL:[http://mundo-pecuario.com/tema61/nutrientes\\_para\\_rumiantes/maiz\\_rastrojo-333.html](http://mundo-pecuario.com/tema61/nutrientes_para_rumiantes/maiz_rastrojo-333.html)
40. Gervacio V.N.L, López C.M.A. Uso del sistema FAMACHA y su correlación con la condición corporal, parámetros hematológicos y parasitológicos en ovinos. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2006.
41. González R.G. Observaciones del comportamiento de larvas de *Oestrus ovis* en el municipio de Acambay, Estado de México (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 1994.
42. González G.R, Torres H.G, Nuncio O.M.G J, Cuéllar O.J.A and Zermeño G.M.E. Detección de eficiencia antihelmíntica en nematodos de ovinos de pelo con la prueba de

reducción de huevos en heces. *Livestock Research for Rural Development* 15 (12). Retrieved August 21, 115, 2003. from <http://www.lrrd.org/lrrd15/12/gonza1512.htm>

43. González G.R. López A.M.E. Ojeda R.N. Liébano H.E. Mendoza G.P. (2014) Diagnóstico in vitro y en campo de resistencia antihelmíntica en nematodos gastrointestinales de pequeños rumiantes. *Arch. Med. Vet.* 46, 399-406. Disponible en <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301732X2014000300008&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301732X2014000300008&lng=es&nrm=iso)>. Accedido en 24 agosto 2015. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2014000300008>
44. Guevara F. Medina P. La O M. Ojeda N. Reyes E. Resistencia antihelmíntica en ovinos: una revisión del sureste de México y alternativas disponibles para el control de nematodos gastrointestinales. *Pastos y forrajes*, vol. 37, No. 3. Julio-Septiembre, 257-263, 2014.
45. Habela M. Sevilla R.G. Corchero E. Fruto J.M. Peña J. Nematodiasis gastrointestinal en ovino. *Mundo ganadero*. España. Mayo, 2002.
46. Herrera O.L. Ríos O.L. Zapata S.R. Frecuencia de la infección por nematodos gastrointestinales en ovinos y caprinos de cinco municipios de Antioquia. *Rev. MVZ Córdoba* 18 (3): 3851-3860, 2013.
47. Ibarra V.F. *Parasitología veterinaria*, vol. II: helmintos, editorial color, México, 2011.
48. Johnstone C. (2016) *Parásitos y enfermedades parasitarias de los animales domésticos*. Universidad de Pennsylvania, archivo electrónico: <http://cal.vet.upenn.edu/projects/merialsp/Trichosp/trich5asp.htm>.
49. Junquera P<sup>1</sup>, (2016) Closantel para uso veterinario en bovinos, ovinos, caprinos y porcinos. en: [http://parasitipedia.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=269&Itemid=363](http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=269&Itemid=363)
50. Junquera P<sup>2</sup>, (2016) Ivermectina para uso veterinario en el ganado bovino, ovino, caprino, porcino, en equinos, aves, perros y gatos, en: [http://parasitipedia.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=318&Itemid=411](http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=318&Itemid=411)

51. López B.H., Velázquez JE. Evaluación del sistema FAMACHA en ovinos con resistencia múltiple a antihelmínticos. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, 2009.
52. López B.B. (2015) Elaboración de un compendio electrónico utilizando la plataforma Moodle como apoyo para la impartición de clases de genética de la carrera de MVZ de la FES-CUAUTITLÁN. <http://tuaulavirtual.educatic.unam.mx/course/view.php?id=2979> Contraseña: invitado Password: 246810
53. Martínez E.I.M. Montero T.J.P. Salada M.S. Dosis proporcionalidad y eficacia antihelmíntica del naftalatos en ovinos. (Tesis de grado, Doctor en ciencias veterinarias) Montevideo, Uruguay: Universidad de la República: 2015.
54. Martínez L.J.P. Simposio: La evolución de los antiparasitarios. Realizado el día 22 de abril de 2016, en las instalaciones del CINVESTAV, IPN.
55. Martínez O.M.C. Mecanismos de acción de las plantas ricas en taninos sobre la población adulta de nematodos gastrointestinales de los pequeños rumiantes. (Tesis de doctorado) Mérida (Yucatán) México: Universidad Autónoma de Yucatán, 2010.
56. Martínez S.J.L. Determinación de *Haemonchus contortus* en muestras de materia fecal de ovinos del municipio de Acambay, Estado de México. (Tesis de licenciatura) División regional de salud animal (Coahuila) México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2014.
57. Montalvo A.X. López A.M.E. Vázquez P.V.L. Hernández, E. Mendoza G.P. Resistencia antihelmíntica de nematodos gastroentéricos en ovinos a febendazol e ivermectina en la región noroeste del estado de Tlaxcala. *Técnica Pecuaria en México* 44: 81-90, 2006.
58. Morales G. Guillén T.A. Pinho A. Pino L. Barrios F. Clasificación por el método FAMACHA y su relación con el valor del hematocrito y recuento de HPG de ovinos criados en condiciones de pastoreo. *Zootecnia Trop.*, 28 (4): 545-555. 2010.
59. Mottier L. Lanusse C. Bases moleculares de la resistencia a farmacos antihelmínticos. *Rev Med Vet* 2001, 82: 74-85.
60. Munguía X.J.A. Valenzuela M.W. Leyva C.J.C. Morales P.M.I. Figueroa C.J.A. Potencial del orégano como alternativa natural para controlar *Haemonchus contortus* en ovinos de pelo. *Revista latinoamericana de recursos naturales* 9 (1): 150-154, 2013.

61. Munguía X.J.A. Morales P.M.I. Tríptico: Impacto económico de los nematodos gastroentéricos en ovinos. Fundación PRODUCE Sonora A.C. Ciudad Obregón, Sonora, México, 2015.
62. Murguía O.M, Rojas R.O, Domínguez A.J.L. Cisticercosis por *Taenia hydatigena* en ovinos. La revista del borrego, año 15, No. 89, Ago-Sep 2014.
63. Muñoz J.A. Angulo C.F. Ramírez R. Vale O.O. Chacín E. Simoes D. Atencio A. Eficacia antihelmíntica de doramectina 1%, ivermectina 1% y ricobendazol 15% frente a nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo. Revista científica, FCV-LUZ/Vol. XVIII, N°1, 12-16, 2008.
64. Negrete T.M.P. Efecto extensión e intensidad de moxidectina, ivermectina y febendazol contra nematodos gastrointestinales en ganado ovino bajo pastoreo en bosque. (Tesis de licenciatura) Coyoacán (Distrito Federal) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1998.
65. OIE (World Organization for Animal Health). Reglamento técnico, pruebas de eficacia para registro de antiparasitarios internos para rumiantes y porcinos. 2010. Revisado en 2016 en: <http://www.rr-americas.oie.int/index.php?id=299>
66. Pereyra Z.M.A. Determinación de la actividad antihelmíntica de nueve principios de nueva síntesis derivados del 4-hidroxifenil carbamato de etilo usando *Haemonchus contortus* como modelo *in vitro*. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. 2005.
67. Quiroz R.H. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. 1° ed. LIMUSA, México, 1984.
68. Ramírez C.A.A. Inhibición migratoria y actividad sobre larvas enquistadas de *Toxocara canis* de un producto formulado a base de ivermectina de liberación controlada en ratones de la cepa CD-1 con infección inducida. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. 2014.
69. Ramírez L.J.L. Evaluación de la eficacia de las partículas de cobre para el tratamiento de nematodos gastroentéricos en ovinos. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. 2014.



70. Ramírez G.J.L. Obtención de productos naturales antiparasitarios de la especie de pepino de mar *Holothuria mexicana* de la costa yucateca. (Tesis de maestría) Unidad académica en Sisal (Yucatán) México: UNAM, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, 2015.
71. Reyes A.J.A. Eficacia de la moxidectina, nitroxinil y rafoxanida contra nematodos gastroentéricos con resistencia múltiple a antihelmínticos en ovinos. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, 2007.
72. Ríos A.L. Alternativas naturales para el control de parásitos en ovinos y caprinos. 9/11/2011. URL:<https://www.engormix.com/MA-ovinos/articulos/alternativas-naturales-control-parasitos-t3875/p0.htm>
73. Romero E.E. Factores que influyen en la susceptibilidad de ovejas criollas y Suffolk a nematodos gastrointestinales en el período de parto. (Tesis de doctorado) Texcoco (Estado de México) México: Colegio de postgraduado, 2014.
74. Rosario E.M.E. Eficacia de la combinación de Closantel con sulfóxido de albendazol contra fases adultas de fasciolas adultas en caprinos infectados en forma experimental. (Tesis de licenciatura) Coyoacán (Distrito Federal) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 2008.
75. Ruiz C.J.G., Hernández A.I. Farmacología para médicos veterinarios y zootecnistas. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, México, 2012.
76. Salas J.R.I. Efecto del clorhidrato de levamisol, clorsulon e ivermectina en nematodos gastrointestinales, *Fasciola hepatica* y garrapatas en bovinos del trópico en pastoreo.(Tesis de licenciatura) Coyoacán (Distrito Federal) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 2013.
77. Serrano G.J.R. Uso del closantel como antiparasitario y su efecto en el crecimiento de ovinos. (Tesis de licenciatura) Cuautitlán (Estado de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. 1988.
78. Shimada MA. Nutrición animal 2° edición. México: Trillas, 2010.
79. Sumano L.H.S. Farmacología veterinaria 2° edición. México: McGraw Hill, 2001.
80. Torrelio A. Vino L. Mamani L.W. Loza M.M. Determinación de la eficacia antihelmíntica del albendazol y febendazol en *moniezia expansa* y *Thysanosoma actinoides* en ovinos criollos infectados naturalmente en una estancia de la comunidad de

Comanche, provincia de Pacajes departamento de la Paz, Bolivia. *J selva andina. Res. soc.* 2(1),: 2-16, 2011.

81. Torres A.F. Diagnóstico y control de la resistencia a antihelmínticos en pequeños rumiantes. Mem. Curso de Ovitecnia Hidalgo 2001. Pachuca, Hidalgo, 2001.
82. Torres A.F. Cámara S.R. Aguilar C.A.J. Canul-ku H.L. Pérez C.M. Estrategias de desparasitación selectiva dirigida. Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico. Universidad Autónoma de Yucatán, 2015.
83. Zapata A.A. Eficacia antihelmíntica del compuesto parasitol plus vitaminado contra vermes gastrointestinales en bovinos y ovinos infestados de forma natural. (Tesis de maestría) Coyoacán (Distrito Federal) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 2014.