

Universidad Autónoma de Sinaloa
Colegio en Ciencias Agropecuarias
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Maestría en Ciencias Agropecuarias



TESIS:

“Prevalencia de *Haemonchus contortus* y Factores de Riesgo Asociados a Corderos del Municipio de Culiacán, Sinaloa.”

Que para obtener el grado de Maestro en Ciencias Agropecuarias

PRESENTA:

Jesús Daniel Solís Carrasco

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho

CO-DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Nohemí Castro Del Campo

ASESORES:

Dra. Idalia Enríquez Verdugo
MC. Jaime Eleazar Borbolla Ibarra
Dr. Miguel Ángel Rodríguez Gaxiola

Culiacán, Sinaloa, México, a septiembre de 2019

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **JESÚS DANIEL SOLIS CARRASCO**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTORA DRA. SOILA MARIBEL GAXIOLA CAMACHO

CO-DIRECTORA DRA. NOHEMÍ CASTRO DEL CAMPO

ASESORA DRA. IDALIA ENRÍQUEZ VERDUGO

ASESOR MC. JAIME ELEAZAR BORBOLLA IBARRA

ASESOR DR. MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ GAXIOLA

CULIACÁN, SINALOA, SEPTIEMBRE DE 2019.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL FUERTE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL CARRIZO

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 20 de enero del año 2020, el que suscribe Jesús Daniel Solis Carrasco, alumno del Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 02439001, de la Unidad Académica Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho y de la Dra. Nohemí Castro Del Campo y cede los derechos del trabajo titulado “Prevalencia de *Haemonchus contortus* y Factores de Riesgo Asociados a Corderos del Municipio de Culiacán, Sinaloa”, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JDS', written over a horizontal line.

Jesús Daniel Solis Carrasco

CORREO ELECTRÓNICO: danielsolis84@gmail.com
CURP: SOCJ840724HSLLR00

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo de tesis a mi familia por ser parte fundamental en mi vida, por ser los cimientos de mi formación como persona, por todo lo que me han entregado en todos los sentidos, los amo, gracias a mi mamá Julia María, mi hermano José David, mi papá David que aunque no pude entregarle este logro en físico, se lo entrego en alma, vida y corazón, sé que estas en un lugar mejor pero aun así sería inmensamente feliz tenerte aquí.

Le dedico y le agradezco infinitamente a mi esposa Janeth Tizoc por estar conmigo, por apoyarme en todo este andar, por aguantarme tanto, por su interés desmedido en mi persona, por sobrellevar tantas ausencias debidas a esta labor, te amo mucho Dios te bendiga siempre, gracias también a mi hija Camila Daniela y a mi hijo Santiago son lo mejor que me ha pasado, gracias por recibirme con un abrazo y una sonrisa a pesar de llegar tarde a casa, ustedes me dan la fuerza en esos momentos en los que el cansancio físico y mental me quieren vencer, recuerden siempre que papá los ama y los amara por siempre.

Gracias a la familia de mi esposa, mi suegra Eva Angelina, mi suegro Miguel Ángel, mi cuñada Liliana y Mariana, a mi compadre Vely y mis sobrinos Ángel, Monserrat y Miguelin, muchas gracias por estar al pendiente, por su apoyo en diferentes formas.

También quiero mencionar a mi familia por parte de mi mamá Carrasco Figueroa y familia de parte de mi papá Solis Reatiga, las raíces no se olvidan.

Por último y no menos importante a Dios que si no soy una persona ejemplar, puedo decir que si su existencia no se ha comprobado científicamente, en lo personal he tenido experiencias en las que se ha manifestado y agradezco tener esas bendiciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi comité de tesis la Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho, Dra. Nohemí Castro Del Campo, Dra. Idalia Enríquez Verdugo, MC Jaime Eleazar Borbolla Ibarra, Dr. Miguel Ángel Rodríguez Gaxiola, Dr. Vladimir López Aispuro, muchas gracias por su tiempo, por sus observaciones, por transmitirme sus conocimientos, por su apoyo tanto en lo profesional como en lo personal.

Gracias a los compañeros y amigos de generación con los que compartí gratas experiencias: Claudia, Luci, Noyra, Fran, Bris, Diana, Ana, Anahi, Valeria, Toño, Lucio, Guillermo, Isidro, Jonhathan, Walter, Alán, Jorge.

Muchas gracias amig@s Claudia, Nohemí, Idalia, Yazmin, Soila, Bere, Rigo, Miguel C., Gilberto, Héctor, que siempre de manera desinteresada he tenido su apoyo, sus consejos, son maravillosas personas, un ejemplo a seguir, los admiro y los aprecio demasiado.

Agradezco al director MC Jaime Eleazar Borbolla Ibarra por su apoyo en diferentes ámbitos profesionales y personales, cuenta con mi apoyo y amistad.

A los alumnos de servicio y estancia profesional por sus diferentes colaboraciones: Eli Yukiri, Zatarain, Salvador, Luis, Sandy, Misao, Sierra, Dulce, Arias, Yuri, Vicky, Wendy, Kathering, Neftalí, Rebeca, Johana, Valeria, Daniela, Diana, Pablo, Amanda, Sebastián y si se me pasa alguien disculpe, pero igual reconozco su labor.

A todo el personal de posgrado Gaby Juárez que con paciencia y agrado nos atendía, los docentes que al impartir sus clases impulsaron el aprendizaje enfocado a la ciencia y al servir de la sociedad: Dr. Rubén Barajas Cruz, Dr. Javier Romo Rubio, Dr. Jesús José Portillo Loera, Dra. Idalia Enríquez Verdugo, Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho.

De manera particular le agradezco al Dr. Jesús José Portillo Loera por su gran colaboración y guía en el análisis de resultados, su redacción y elaboración de cuadros para la presente tesis, gracias por su tiempo maestro Portillo.

Agradezco a mi alma mater la Universidad Autónoma de Sinaloa, la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por abrirme las puertas de esta gran institución en el ambiente estudiantil y profesional, gracias a todo el personal administrativo, docentes, intendentes, jardineros que cada uno de ellos hace de nuestra facultad un lugar de calidad.

Muchas gracias a mis mentoras en la docencia y la ciencia por ser mis guías, por impulsarme en mi formación, por las inigualables oportunidades que me han ofrecido, por haber estado en uno de los momentos más difíciles de mi vida, muchas gracias las quiero mucho: Nohemí, Claudia, Idalia y Soila (perdón por no escribir el distintivo académico, pero saben que las respeto mucho).

CONTENIDO

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE CUADROS | VI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VII |
| RESUMEN | VIII |
| ABSTRACT..... | IX |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. ANTECEDENTES | 2 |
| 2.1. Ovinocultura en México. | 2 |
| 2.2. Características generales de <i>Haemonchus contortus</i> | 3 |
| 2.3. Características morfológicas de <i>Haemonchus contortus</i> | 3 |
| 2.4. Biología y ciclo vital de <i>Haemonchus contortus</i> | 5 |
| 2.5. Impacto de <i>Haemonchus contortus</i> en la salud de los ovinos y evasión inmune..... | 6 |
| 2.6. Identificación de <i>Haemonchus contortus</i> en sus diferentes fases. | 8 |
| 2.6.1. Recuento de huevos de helmintos en heces..... | 8 |
| 2.6.2. Identificación de larvas en muestras de heces..... | 8 |
| 2.6.3. Identificación de gusanos adultos. | 9 |
| 2.6.4. Método FAMACHA como opción para la medición del grado de infestación de <i>Haemonchus contortus</i> | 9 |
| 2.7. Impacto económico de la Haemonchosis en rumiantes. | 9 |
| 2.8. Prevalencia mundial de <i>Haemonchus</i> en ovinos..... | 10 |
| 2.8.1. Presencia de <i>Haemonchus contortus</i> en Sinaloa. | 11 |
| 2.9. Factores de riesgo ambientales de infección a <i>H. contortus</i> | 12 |
| III. HIPÓTESIS | 15 |
| IV. OBJETIVOS | 16 |
| V. MATERIALES Y MÉTODOS | 17 |
| 5.1. Área de estudio..... | 17 |
| 5.2. Tipo de estudio y tamaño de muestra..... | 17 |
| 5.3. Recolección de muestras..... | 19 |
| 5.4. Análisis de laboratorio. | 19 |
| 5.5. Análisis estadístico. | 19 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 21 |
| VII. CONCLUSIONES | 27 |
| VIII. LITERATURA CITADA..... | 28 |
| IX. ANEXOS..... | 34 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | TÍTULO | PÁGINA |
|--------|--|--------|
| 1 | Clasificación taxonómica y características morfológicas de <i>Haemonchus contortus</i> | 4 |
| 2 | Análisis retrospectivo de <i>H. contortus</i> presentes en ovinos (Período 2014-2018). | 11 |
| 3 | Análisis retrospectivo de <i>Haemonchus contortus</i> presentes en caprinos (Período 2014-2018) | 11 |
| 4 | Análisis retrospectivo de <i>Haemonchus contortus</i> presentes en bovinos (Período 2014-2018) | 12 |
| 5 | Sindicaturas del municipio de Culiacán y UPO correspondientes al muestreo. | 18 |
| 6 | Factores de Riesgo Crudos Asociados a la presencia de huevos de <i>Haemonchus contortus</i> en heces de corderos en UPO ubicadas en el municipio de Culiacán, Sinaloa | 22 |
| 7 | <i>Odds ratios</i> para los Factores de Riesgo Asociados a la presencia de huevos de <i>Haemonchus contortus</i> en heces de corderos en UPO ubicadas en el municipio de Culiacán, Sinaloa | 23 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | TÍTULO | PÁGINA |
|--------|---|--------|
| 1 | Fotografía de la parte anterior de <i>Haemonchus contortus</i> en microscopía electrónica | 5 |
| 2 | Esquema del ciclo biológico de <i>Haemonchus contortus</i> | 6 |

RESUMEN

Prevalencia de *Haemonchus contortus* y Factores de Riesgo Asociados a Corderos del Municipio de Culiacán, Sinaloa

Jesús Daniel Solís Carrasco

Los ovinos es una de la especies en México que se encuentran en crecimiento constante en cuanto a producción y reproducción, Sinaloa tiene el lugar número 17 de producción a nivel nacional, uno de los principales problemas que presenta este sector, es la presencia de helmintos, dentro de estos *Haemonchus contortus* un nematodo gastrointestinal, es de los más nocivos para ovinos, caprinos y bovinos, al ser un parásito hematófago provoca principalmente anemia, su distribución es mundial, existen diferentes estudios de prevalencia donde se ha encontrado en diferentes países como; España, Italia, Nigeria, Irán, Brasil, México por mencionar algunos, de los factores favorables para la presencia de *Haemonchus* son el manejo de los animales, el tipo de explotación, edad de los animales, época del año. El objetivo de este estudio fue determinar los factores edafoclimáticos de las distintas zonas del municipio de Culiacán y condiciones propias de los animales y sistema influyen sobre la prevalencia de *Haemonchus contortus* en corderos. La presente investigación se realizó en el municipio de Culiacán, Sinaloa, México, es un estudio observacional transversal, se muestrearon heces de corderos de 1 a 90 d de edad, en cuatro muestreos por época del año verano, otoño, invierno y primavera, 380 muestras por cada una, con un total de 1520 muestras, de 23 unidades de producción ovina, distribuidas en 10 sindicaturas del área de estudio. Resultaron positivos 204 corderos a *H. contortus* representando una prevalencia general de 13.42%. Los resultados por época del año mostraron una mayor prevalencia en otoño con 20.53% ($P < 0.0001$), por otra prte el sistema extensivo fue el factor más destacado con 4.81 veces más probable de presentarse que los otros dos sistemas. Se concluyó que siete factores fueron significativos ($P < 0.05$), época del año, zona de producción, sistema de producción, heces, FAMACHA, fuente de agua y edad, de igual forma para el análisis de los factores de riesgo los mismos siete resultaron significativos en el modelo de regresión logística multivariada ($P \leq 0.05$).

Palabras clave: *Haemonchus contortus*, gastrointestinal, cordero, prevalencia, factor de riesgo.

ABSTRACT

Prevalence of *Haemonchus contortus* and Risk Factors Associated with Lambs of the Municipality of Culiacan, Sinaloa

Jesús Daniel Solis Carrasco

The sheep is one of the species in Mexico that are in constant growth in terms of production and reproduction, Sinaloa has the 17th place of production nationwide, one of the main problems that this sector presents, is the presence of helminths, Within these *Haemonchus contortus* a gastrointestinal nematode, is one of the most harmful to sheep, goats and cattle, being a hematophagous parasite mainly causes anemia, its distribution is worldwide, there are different prevalence studies where it has been found in different countries such as; Spain, Italy, Nigeria, Iran, Brazil, Mexico to mention a few, of the favorable factors for the presence of *Haemonchus* are the handling of the animals, the type of exploitation, age of the animals, time of the year. The objective of this study was to determine the edaphoclimatic factors of the different areas of the municipality of Culiacan and the conditions of the animals and system influence the prevalence of *Haemonchus contortus* in lambs. The present investigation was carried out in the municipality of Culiacan, Sinaloa, Mexico, it is a cross-sectional observational study, lamb feces from 1 to 90 d of age were sampled, in four samples per season of the year summer, autumn, winter and spring, 380 samples for each one, with a total of 1520 samples, from 23 sheep production units, distributed in 10 syndicates of the study area. 204 lambs were positive for *H. contortus* representing a general prevalence of 13.42%. The results by time of the year showed a higher prevalence in autumn with 20.53% ($P < 0.0001$), on the other hand the extensive system was the most prominent factor with 4.81 times more likely to occur than the other two systems. It was concluded that seven factors were significant ($P < 0.05$), time of year, production area, production system, feces, FAMACHA, water source and age, in the same way for the analysis of risk factors the same seven resulted significant in the multivariate logistic regression model ($P \leq 0.05$).

Keywords: *Haemonchus contortus*, gastrointestinal, lamb, prevalence, risk factor.

I. INTRODUCCIÓN

Las ovejas por lo general son más propensas a parasitismo gastrointestinal, debido a su alimentación en pastos contaminados con larva 3 de nematodos (Tariq *et al.*, 2008), entre los que destacan *Haemonchus contortus* (*H. contortus*) un parásito gastrointestinal (Rinaldi *et al.*, 2015), hematófago puede llegar a extraer a diario una quinta parte del volumen de eritrocitos circulantes de los corderos, es de los más patógenos en ovejas (Besier *et al.*, 2016^a), ocasiona pérdidas por morbilidad, mortalidad, deficiente conversión alimenticia, escasa producción de lana, baja calidad de la carne, por los costos incurridos en el tratamiento y control (Tramboos *et al.*, 2015), su amplia distribución geográfica y resistencia contra las medidas de control antihelmínticas ha hecho esta especie una amenaza principal para la sostenibilidad de la ganadería de ovinos (Saccareau *et al.*, 2017). La prevalencia de *H. contortus* en animales en pastoreo es alta en zonas de climas tropicales de ambos hemisferios (O'Connor *et al.*, 2006), en hemisferio norte en Etiopia se reportó una prevalencia de 40.9% (Gebresilassie y Afera, 2015), mientras en el hemisferio sur en Colombia se informó una prevalencia de 40.83% (Ensuncho *et al.*, 2014) ambos trabajos con ovinos, por otra parte algunos de los factores de riesgo que favorecen la presencia de *H. contortus* son la época de lluvia, con animales pastoreando en las primeras horas de la mañana (Mederos *et al.*, 2010), la edad, el sexo, la raza, FAMACHA (Abera, 2019), los animales jóvenes y hembras preñadas son más susceptibles a los helmintos a diferencia de los animales adultos debido a su estado nutricional y su bajo nivel de inmunidad (Diniz *et al.*, 2014). Por ello el objetivo fue determinar los factores edafoclimáticos de las distintas zonas del municipio de Culiacán y condiciones propias de los animales y sistema influyen sobre la prevalencia de *Haemonchus contortus* en corderos.

II. ANTECEDENTES

2.1. Ovinocultura en México.

Los ovinos en México, han estado en manos de los productores más marginados, de menores recursos económicos y alejados de los beneficios de la asistencia técnica y la tecnología (Bobadilla *et al.*, 2017). Sin embargo, la producción ovina, cada vez es más frecuente el flujo de capital financiero, dando origen a una producción pecuaria empresarial muy promisoría (Cuellar, 2003).

En México, en general, el ganado ovino es de tipo criollo, pelibuey y un porcentaje bajo es de razas puras como: Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Corriedale, también se crían para producción de lana las razas: Debouillet, Merino australiano y Lincoln. Las razas criadas para doble propósito, de carne y lana son: Marsh y Romney (SAGARPA, 2017).

En 2016, la producción nacional de ganado ovino en pie fue de casi 118 mil 15 toneladas, de las que se destinaron para carne en canal: 60 mil 300 toneladas. El 95% de la carne de borrego, en México, se consume en forma de barbacoa (SAGARPA, 2017). El Estado de México es el más importante productor de ovinos, concentra el 30% del inventario nacional, le siguen Hidalgo con el 25% y Veracruz con el 15%, en lo correspondiente a Sinaloa se encuentra en el lugar 17 con 2.18% (CODESIN, 2017).

Por lo general, la producción ovina en el mundo se desarrolla bajo sistemas de pastoreo. Esta situación constituye una gran ventaja económica por el ahorro en los costos de producción, pues esos sistemas generan la mejor relación costo/beneficio y además dan algunas ventajas comparativas a la calidad nutricional de la carne, también el ganado ovino se presenta como una excelente opción para su desarrollo en zonas áridas, pues se adapta con facilidad a estas condiciones (FAO, 2010).

El endoparasitismo por nematodos es una de las causas más importantes de la baja productividad y pérdida económica de los sistemas pecuarios ovinocaprinos, los parásitos pueden alterar el bienestar animal y, por tanto, los niveles productivos de las fincas, independientemente del sistema productivo (Herrera *et al.*, 2013). La nematodiosis es una enfermedad multietiológica ocasionada por varios nematodos

gastrointestinales de varias especies y géneros (Soca *et al.*, 2005), los principales nematodos que afectan a caprinos y ovinos son *Haemonchus contortus*, *Cooperia* spp, *Teladorsagia* (*Ostertagia*) *circumcincta*, *Trichostrongylus* spp y *Oesophagostomum* spp (Herrera *et al.*, 2013).

2.2. Características generales de *Haemonchus contortus*.

Haemonchus spp es un nematodo gastrointestinal localizado en el abomaso, se alimenta de sangre de ovinos y caprinos, pero puede encontrarse en otras especies de rumiantes como ganado bovino (Getachew *et al.*, 2007) poseen una cavidad bucal armada con una lanceta, miden una longitud de hasta 30 mm (Lichtenfels *et al.*, 1994), el tamaño de huevo es de 70-85 x 41-48 μm (Foreyt, 2001), el número de huevos por gramo de heces puede llegar a ovipositar la hembra es de 10,000 (Lichtenfels *et al.*, 1994) y su distribución es mundial (Bush *et al.*, 2001).

El género de *Haemonchus* está incluido en el Phylum Nematelminthes, Clase Secernentea, Orden: Strongylida, Familia: Haemonchidae, Subfamilia: Haemonchinae (Angulo *et al.*, 2007) (Cuadro 1).

2.3. Características morfológicas de *Haemonchus contortus*.

El género *Haemonchus* se estableció para los grandes gusanos estomacales que se producen a nivel mundial en ovinos, bovinos, caprinos y otros ungulados. El reconocimiento de estos parásitos nematodos tiene una historia profunda, que se extiende a lo largo de los últimos 200 años, en consistencia con su importancia económica y veterinaria (Zarlenga *et al.*, 2016). Sus características morfológicas se describen con un extremo cefálico es muy delgado, posee una pequeña cápsula bucal con un delgado diente o lanceta (Figura1) que se origina en el lado dorsal de la base, la bolsa copulatriz tiene grandes rayos laterales y el dorsal es pequeño y asimétrico con forma de Y invertida, siguiendo en este orden de ideas, en lo concerniente a los criterios para la identificación incluyen el patrón de las crestas cuticulares, su número y la extensión o distribución en el cuerpo de los nematodos masculinos y femeninos como se encuentran en la sección transversal, en lo particular de *H. contortus* las secciones transversales a nivel de la unión esofágica

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica y características morfológicas de *Haemonchus contortus*

| CLASIFICACIÓN | CARACTERÍSTICAS |
|---|---|
| <p>Filo: Nemathelminthes</p> | <p>También conocidos como nematodos, nematode. Son un filo de vermes pseudocelomados con más de 25.000 especies registradas. Se conocen como gusanos redondos debido a la forma de su cuerpo en un corte transversal.</p> |
| <p>Clase: Secernentea</p> | <p>Es una de las dos clases tradicionales de nematodos; está fundamentada en criterios morfológicos, pero no está soportada por los análisis moleculares modernos.</p> |
| <p>Orden: Strongylida</p> | <p>Incluye muchos de los nematodos de gran importancia encontrados en el tracto gastrointestinal de los rumiantes, caballos, y cerdos, también incluye a las lombrices pulmonares de los rumiantes, y a los anquilostomas duodenales de los perros y gatos.</p> |
| <p>Suborden: Trichostrongylina</p> | <p>Son una familia de nematodos filiformes de 3 a 4 cm, no poseen cápsula bucal o es poco aparente. Su cutícula es lisa o estriada o con prolongaciones.</p> |
| <p>Familia: Haemonchidae</p> | <p>Estos gusanos tienen bocas muy pequeñas y se encuentran en gran número de huéspedes.</p> |

(Rudolphi, 1803) Cobb, 1893 (Angulo *et al.*, 2007).

presentan 30 crestas (Lichtenfels *et al.*, 2002). El macho mide de 10 a 20 mm de largo y la hembra mide de 18 a 30 mm de largo, el parásito en estado fresco da el aspecto de un palo de peluquería debido al color rojo del intestino con sangre y al color blanco de los testículos enrollados en espiral entorno al intestino de color rojo (Lichtenfels *et al.*, 1994).

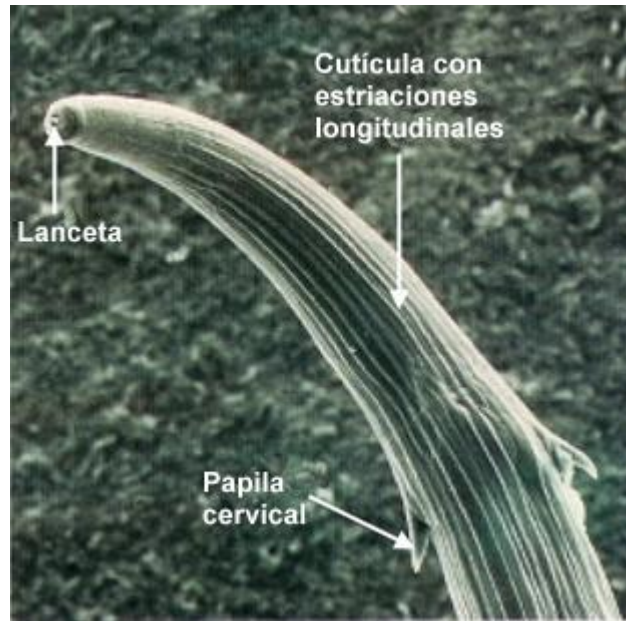


Figura 1. Fotografía de la parte anterior de *Haemonchus contortus* en microscopía electrónica (Johnstone, 1998).

2.4. Biología y ciclo vital de *Haemonchus contortus*.

El ciclo biológico de *H. contortus* es directo, las hembras ovipositan en el abomaso, recorren las últimas porciones del tracto gastrointestinal y salen vía anal en las heces del animal, una vez en el ambiente inicia la fase exógena, las condiciones ambientales adecuadas son humedad entre 75 y 85%, temperatura de 25 a 30 °C, las larvas de la primera etapa (L1) eclosionan de los huevos, para desarrollarse a la segunda etapa larvaria (L2), para posteriormente evolucionar a la larva infectiva, tercera etapa (L3), esta fase puede suceder entre 3 d a 4 semanas (Gasser *et al.*, 2016), posteriormente retienen la cutícula de la etapa anterior y se desplazan al pasto donde permanecen hasta ser ingeridas por un hospedador: ovinos, caprinos, bovinos (Hernández, 2011), una vez ingeridas inicia la fase endógena (a los 30 min aproximadamente) las larvas reciben un estímulo del

hospedador, haciendo que estas segreguen un fluido de muda actuando sobre la cutícula provocando su ruptura y mediante sus movimientos pueda salir (Gasser *et al.*, 2016), enseguida las larvas en el rumen, migran al abomaso, penetrando la mucosa fúndica, entre las glándulas epiteliales gástricas, posteriormente, las larvas mudan otra vez y pasan a L4 en el interior de las glándulas. Después de la última muda, se transforman en L5 o preadultos, maduran sexualmente y pasan a adultos, tras la cópula, las hembras comienzan a poner huevos, cerrándose el ciclo, toda esta fase dura 15 a 21 d (Hernández, 2011).

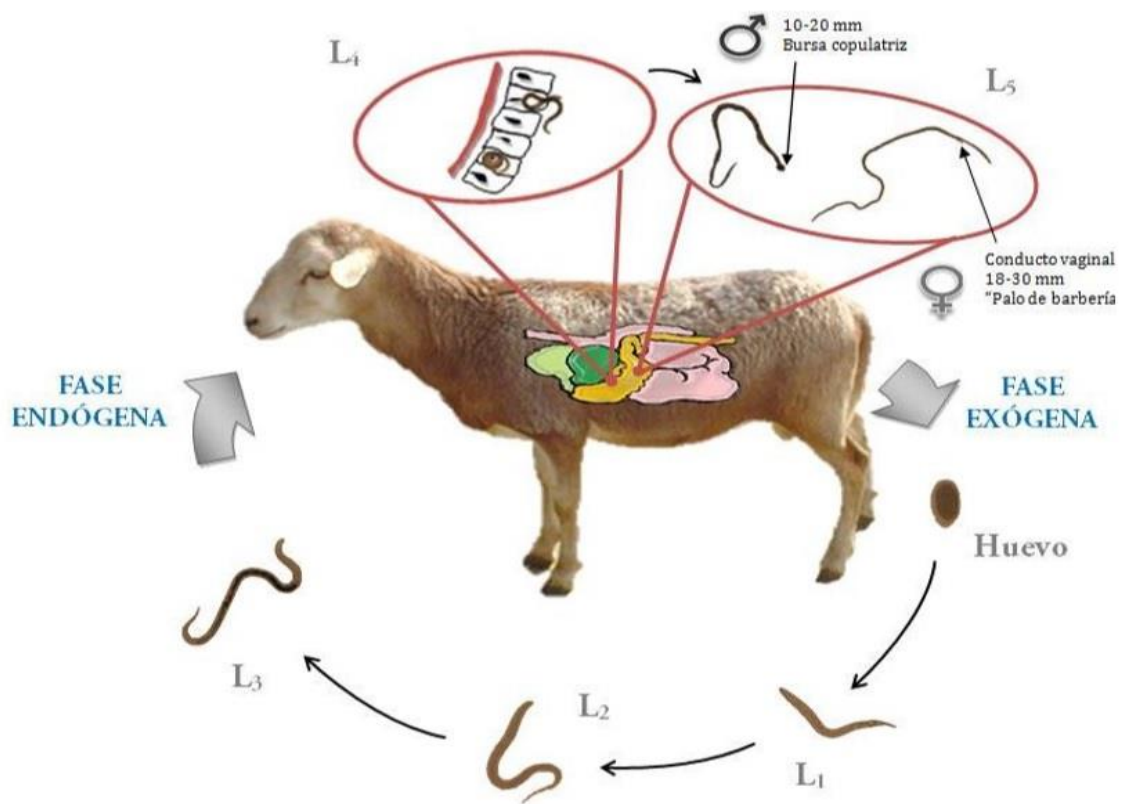


Figura 2. Esquema del ciclo biológico de *Haemonchus contortus* (Mejía, 2014).

2.5. Impacto de *Haemonchus contortus* en la salud de los ovinos y evasión inmune.

Los signos clínicos de la enfermedad por *H. contortus* dependen de la cantidad de adultos y larvas hematófagos presentes en el abomaso y de la variación en la susceptibilidad entre los animales individuales y, en cierta medida, en su estado nutricional (Besier *et al.*, 2016^b). En casos hiperagudos, se producen muertes súbitas

sin signos previos indicativos para alertar y tomar una acción, pero para el caso de los signos de haemonchosis aguda en lo referente a una anemia, estos son evidentes en la mayoría de los individuos que sobreviven, observándose palidez de las membranas mucosas, de manera más práctica en la conjuntiva (Malan *et al.* 2001). Los animales afectados se vuelven más débiles con el aumento de la pérdida de sangre y presentan letargo, o pasan más tiempo postrados de lo normal, seguido de lo antes mencionado, se produce una hipoproteinemia debida a la pérdida de sangre, llevando a un edema ventral general en una proporción de los animales, también provoca edema submandibular (Besier *et al.*, 2016^b), anemia, emaciación, la mucosa gástrica esta inflamada y cubierta de petequias que algunas llegan hacer úlceras (Malan *et al.* 2001). Por otro lado, las heces están bien formadas, no produce diarrea, al menos se presente en infecciones complicadas por la presencia de especies como *Trichostrongylus* y *Cooperia* (Bowman, 2011). Dependiendo de la intensidad de la infección y la respuesta del huésped, hemonchosis ha sido categorizado en tres síndromes generales: hiperaguda, aguda y crónica (Urhart *et al.*, 1996). En la forma hiperaguda relativamente rara, la pérdida masiva de sangre por infección con hasta 30,000 nematodos de *H. contortus* causa una gastritis hemorrágica, además de la anemia terminal, las muertes ocurren repentinamente con y sin signos premonitorios de enfermedad, pero con signos de anemia severa en muchos de los sobrevivientes (Besier *et al.*, 2016^b).

Algunos de los mecanismos empleados por *H. contortus* para evadir la eficacia de respuesta local del hospedador son: la localización en la luz del abomaso y la movilidad del parásito, adicionalmente, los helmintos generan una serie de inhibidores de proteasas, igual como componentes inmunomoduladores que bloquean los mecanismos efectores del huésped (Williamson *et al.*, 2003; Mulcahy *et al.*, 2004.). En el caso de *H. contortus*, las cistatinas son inhibidores de proteasas involucradas en el proceso de presentación de antígenos, lo que reduce la respuesta de los linfocitos T7 (Angulo *et al.*, 2007). Además, modulan la respuesta de las citoquinas, al reducir la expresión de la molécula del coestimulador en la superficie de los macrófagos, contribuyendo así a una inducción antiinflamatoria del

microentorno con una fuerte disminución de la proliferación celular (Hartmann y Lucius, 2003).

2.6. Identificación de *Haemonchus contortus* en sus diferentes fases.

2.6.1. Recuento de huevos de helmintos en heces.

El recuento de huevos de helmintos en heces se utiliza como una herramienta de monitoreo para indicar la amenaza relativa de la enfermedad o el grado de contaminación de los pastos con huevos de *H. contortus* (Besier *et al.*, 2016^a). El conteo de huevos en heces no considera la presencia de gusanos inmaduros (no acumulados, pero potencialmente se alimentan de sangre) y es más influenciada por la densidad de las heces debido a las variaciones en el contenido de agua (Le-Jambre, 2007), sin embargo, esta técnica tiene ventajas de bajo costo y simplicidad, es un indicador de diagnóstico efectivo. El valor diagnóstico de esta prueba es mayor para *H. contortus* que para otros tricostrongilos, porque existe una relación relativamente alta entre la biomasa y la producción de huevos de gusano, y entre el recuento total de *H. contortus*. La hembra de dicho nematodo es una prolífica productora de huevos y los conteos altos que se observan típicamente en la hemonchosis aguda generalmente permiten distinguir esta enfermedad de otras helmintosis (Besier *et al.*, 2016^a).

2.6.2. Identificación de larvas en muestras de heces.

Su identificación depende del uso de cultivos de laboratorio de huevos en muestras fecales para la etapa larval infecciosa y la identificación de las larvas sobre la base de las dimensiones y la morfología de varias estructuras (Zarlenga, 2016). Las descripciones cada vez más detalladas de L3 centradas en la longitud total, el número de células intestinales, la estructura de la vaina cuticular, la longitud de la vaina, la longitud de la cola y la morfología cefálica, incluidos los atributos de la cápsula bucal, han permitido la separación de trichostrongilinas como *Haemonchus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus*, nematodirinas, incluidos *Nematodirus* y *Nematodirella*, y otros strongyles que incluyen *Chabertia* y *Oesophagostomum* (Zarlenga, 2016).

2.6.3. Identificación de gusanos adultos.

Los criterios para la identificación incluyen el patrón de crestas cuticulares, sus números y la extensión o distribución en el cuerpo de los nematodos masculinos y femeninos como se revela en la sección transversal o en el examen de muestras montadas enteras (Lichtenfels *et al.*, 2002). Por ejemplo, las secciones transversales a nivel de la unión esofágica intestinal revelan la presencia de 30 crestas en *H. contortus*. Los patrones específicos de distribución de crestas en los campos subventrales y sublaterales en la región esofágica del cuerpo de los nematodos adultos son diagnósticos y proporcionan una capacidad para la identificación robusta de machos y hembras individuales (Lichtenfels *et al.*, 2002).

2.6.4. Método FAMACHA como opción para la medición del grado de infestación de *Haemonchus contortus*.

Se trata de un sistema desarrollado en el sur de África para identificar ovejas con anemia a causa de *H. contortus* (Van Wyk y Bath, 2002). Consiste en comparar las membranas de la mucosa ocular de las ovejas con una tarjeta que clasifica los estados de anemia en cinco categorías de acuerdo al color, en el índice 1 se encuentra el rojo normal, en los índices 2, 3 y 4 hay diferentes tonos de rosado, llegando en el índice 5 al color blanco; los animales en índices 1 y 2 se consideran normales, los animales en nivel 3 en riesgo, en nivel 4 anémicos y en el nivel 5 se ubican animales con anemia severa. El sistema recomienda tratar a los caprinos que se encuentren en los índices 3, 4 y 5 y a los ovinos en índice 4 y 5, dejando a la reserva del examinador si trata los ovinos que se encuentren en índice 3 (Van Wyk y Bath, 2002).

2.7. Impacto económico de la Haemonchosis en rumiantes.

Haemonchus es reconocido como el nematodo de mayor importancia en sus principales zonas endémicas, debido a su común presencia y alto potencial en las tasas de mortalidad en pequeños rumiantes (Besier *et al.*, 2016). El impacto económico inmediato es mayor en sistemas de producción intensivos aunado a áreas endémicas, por otra parte las pérdidas en los sistemas extensivos tradicionales, son

proporcionalmente mayores cuando se maneja un número pequeño de animales, además con frecuencia se ven afectadas por períodos de mala nutrición, baja disponibilidad de alimento, resistencia a los antihelmínticos por mencionar algunos (Vattaa y Lindberg, 2006). Estas parasitosis son consideradas como uno de los problemas más desafiantes para el sector ganadero, con pérdidas aproximadas de 1000 millones de euros por año (Tak *et al.*, 2017). Los ovinos son afectados fisiológicamente en su salud, al estar parasitados por nematodos gastrointestinales comprometiendo su producción y reproducción (Asmare *et al.*, 2016), relacionado a lo anterior de manera conjunta los nematodos la familia Trichostrongylidae (incluyendo *H. contortus*) provocan pérdidas de producción en las formas subclínicas y crónicas, de manera tangible reducción de producción de carne 5-15%, leche 6-20%, infertilidad de 3-8% y lana 15-25% (Respaldiza y Respaldiza, 1998).

2.8. Prevalencia mundial de *Haemonchus* en ovinos.

A nivel mundial se han realizado investigaciones referentes a la prevalencia de parásitos gastrointestinales, en los cuales se enfocan de manera global a nematodos y de manera puntual a *H. contortus*. En el continente asiático en la India se muestrearon 1200 ovinos jóvenes y adultos de los cuales el 55% resultó positivo a *H. contortus* (Tramboos *et al.*, 2015), también en la India Tariq *et al.* (2008) reportaron el 59.6% de prevalencia del parásito de un total de 1533 animales criados bajo sistema extensivo tradicional, de igual forma en sistemas extensivos, Raza *et al.* (2014) encontraron un 13.9% de presencia del nematodo en ovinos y caprinos, del continente africano, en Nigeria se informó la presencia del parásito con 10.9% atribuyendo el bajo porcentaje a solo 63 ovinos de raza indígena muestreados (Solomon *et al.*, 2014), por otro lado en Europa, en España de 1710 ovinos de raza gallega local muestreados, el 90% se encontró positivo (Pedreira *et al.*, 2006), mientras en Italia de 72 animales analizados el 14% fue positivo a *H. contortus* (Torina *et al.*, 2004), en lo correspondiente a América, en México se muestrearon ovinos mayores a 4 meses de edad, resultando el 32% con el nematodo (Rojas *et al.* 2010).

2.8.1. Presencia de *Haemonchus contortus* en Sinaloa.

La presencia de *H. contortus* ha sido reportada en el estado de Sinaloa, un estudio realizado en diferentes explotaciones de Culiacán con un total de 120 ovinos criados bajo sistema extensivo se reportó una prevalencia del 17.5% (Gaxiola *et al.*, 2010). Por otra parte en un estudio retrospectivo de 2008 a 2012, *H. contortus* se presentó en un 22.55% de un total de 516 muestras de ovinos (Castro *et al.*, 2012). En la base de datos del laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), se colectó la información de los últimos cinco años, reportándose la presencia de *H. contortus* en muestras de coproparasitoscópico en distintas especies animales con prevalencias generales de 47.17, 39.15 y 14.89% para ovinos, caprinos y bovinos respectivamente (Cuadro 2,3 y 4).

Cuadro 2. Análisis retrospectivo de *H. contortus* presentes en ovinos (Período 2014-2018).

| Año | Número de ovinos | Positivos a <i>H. contortus</i> | <i>Haemonchus</i> (%) |
|------------|-------------------------|--|------------------------------|
| 2014 | 39 | 20 | 51.28 |
| 2015 | 172 | 78 | 45.34 |
| 2016 | 176 | 87 | 49.43 |
| 2017 | 29 | 9 | 31.03 |
| 2018 | 158 | 64 | 40.50 |

La prevalencia en cabras osciló del 29.59 al 66.03% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis retrospectivo de *Haemonchus contortus* presentes en caprinos (Período 2014-2018).

| Año | Número de Caprinos | Positivos a <i>Haemonchus</i> | <i>Haemonchus</i> (%) |
|------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 2014 | 53 | 35 | 66.03 |
| 2015 | 109 | 38 | 34.86 |
| 2016 | 83 | 34 | 40.96 |
| 2017 | 58 | 21 | 36.20 |
| 2018 | 98 | 29 | 29.59 |

Así mismo de los casos de *H. contortus* diagnosticados variaron del 7.67 al 40.47% (cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis retrospectivo de *Haemonchus contortus* presentes en bovinos (Período 2014-2018).

| Año | Número de Bovinos | Positivos a <i>H. contortus</i> | <i>Haemonchus</i> (%) |
|------------|--------------------------|--|------------------------------|
| 2014 | 42 | 17 | 40.47 |
| 2015 | 91 | 19 | 20.87 |
| 2016 | 167 | 23 | 13.77 |
| 2017 | 352 | 27 | 7.67 |
| 2018 | 127 | 30 | 23.62 |

2.9. Factores de riesgo ambientales de infección a *H. contortus*

El clima predominante (temperatura, lluvia y humedad) y las prácticas de manejo en la crianza se consideran los principales factores que impulsan su distribución espacial y temporal de *H. contortus* (Rinaldi *et al.*, 2015), no obstante, las anteriormente mencionadas son heterogénea y depende de muchas variables diferentes que divergen de un área a otra, incluso de una granja a otra (Musella *et al.*, 2011). En relación a lo anterior, la importancia de monitorear la prevalencia y distribución de esta especie de helmintos para planificar mejor el control sostenible mediante el tratamiento dirigido y/o las estrategias de tratamiento selectivo (Kenyon *et al.*, 2009). En el estudio realizado por Musella *et al.* (2014) reportaron una tendencia del nematodo a ser más común y de mayor riesgo para la salud y producción de ovinos en áreas más cálidas, como las del sur de Italia y Suiza, países donde desarrollo la investigación. En relación a lo anterior, el desarrollo y la supervivencia de las etapas de vida libre de *H. contortus* dependen en gran medida de la temperatura y la disponibilidad de agua, por consiguiente, la transmisión está fuertemente influenciada por los cambios estacionales en el clima prevaleciente (Morgan y Van Dijk, 2012), las condiciones óptimas para la transmisión de *H. contortus* son 5 mm de lluvia mensual o más y 15 a 37 °C (Soca *et al.*, 2005).

La distribución geográfica y estacional, depende de las condiciones ambientales cálidas y húmedas para las etapas de vida libre de *H. contortus* (Besier *et al.*, 2016), por lo tanto la prevalencia de *H. contortus* y la enfermedad relacionada a animales en pastoreo, se presenta con mayor frecuencia en zonas de climas tropicales de los dos hemisferios, entre las latitudes 23.5 N y S (O'Connor *et al.*, 2006). Sin embargo este nematodo es notablemente adaptable a una amplia gama de ambientes, debido a su alto potencial biótico, permitiendo aprovechar períodos cortos oportunos para su desarrollo en etapa de vida libre, así como la capacidad de supervivencia de las larvas infectivas resistentes en la etapa tres y los mecanismos adaptativos específicos, como la hipobiosis de larvas en la etapa cuatro (Waller y Chandrawathani, 2005).

La edad de los ovinos se asocia como un factor relacionado a la presencia de nematodos, como *H. contortus*, Zapata *et al.* (2016) reportaron un 25% de crías de ovinos con la presencia del nematodo, por otra parte en Kenia se encontró entre corderos menores de 6 meses y mayores de 6 meses, la presencia de nematodos gastrointestinales con 31.5% y 22.3% respectivamente indicando una diferencia entre los 2 grupos de edades (Odoi *et al.*, 2007), Broughan y Wall (2007) muestrearon 1000 corderos en Inglaterra de los cuales resultaron 10.5% positivos a *H. contortus*.

Otro factor que interviene es la estacionalidad con la presencia del parásito, Rinaldi *et al.* (2015) en la India realizaron un estudio con ovinos para reportar la prevalencia de nematodos del orden Strongylida 63.2% en verano y 58.4% en otoño, 52.77% en invierno y 61.3% en primavera, denotando que la época del verano y primavera fueron más propensas a presentar parasitosis, concluyeron que se debía a las condiciones climáticas favorables, por otra parte en Irán, se muestrearon corderos, en las 4 estaciones del año, encontrando la presencia de nematodos 25.9, 22.3, 50 y 53.1% para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente (Moghaddar, 2008), coincidiendo con el anterior estudio, por el contrario en la época de verano en un estudio elaborado en Inglaterra se encontró una presencia del 10.5% de *H. contortus* en ovinos atribuyendo a la zona geográfica y las condiciones climáticas de la zona de muestreo (Broughan y Wall, 2007).

En relación al sistema de producción se considera una asociación como factor de riesgo y la presencia del nematodo, en Colombia se realizó un estudio en donde se muestrearon ovinos en sistema de producción extensivo, intensivo y semiintensivo arrojando una prevalencia de 65.9, 56.8 y 64.7% respectivamente, encontrándose diferencias entre el sistema extensivo e intensivo (Zapata *et al.*, 2016), en otra investigación con los 3 sistemas de producción en ovinos se reportó de igual forma una alta presencia de nematodos, destacando el sistema extensivo con 95.8%, intensivo 83.7% y semiintensivo 81.8% (Herrera *et al.*, 2013).

Algunas investigaciones que relacionan al parásito con el sexo de los animales lo relacionan como un factor relacionado a la presencia de nematodos gastrointestinales, en un trabajo realizado en Brasil se informó un 83.2% de machos y en hembras 73.7% positivos a parásitos (Vieira *et al.*, 2014), por otra parte Herrera *et al.* (2013) en Colombia encontraron una mayor presencia de nematodos en ovinos hembras a diferencia de los machos 86.3% y 13.7%, en el caso de Odoi *et al.* (2007) sus resultados no discreparon entre machos 24.8% y hembras 25.3%.

En relación a la FAMACHA como un factor asociado a parasitosis, Ensuncho *et al.* (2014) encontraron que los ovinos que estuvieron clasificados en la escala 4 y 5 (rosado pálido y blanco), fueron los animales que obtuvieron mayores recuentos de huevos en heces, concordando con lo anterior Zapata *et al.* (2016) reportaron una relación significativa con la lectura de FAMACHA, presentando alto índice en las escalas de 3, 4 y 5 y la presencia de nematodos en heces, esto se debe a que *H. contortus* es hematófago, provocando principalmente pérdida de sangre y mucosas pálidas.

III. HIPÓTESIS

La prevalencia de *Haemonchus contortus* está asociada a factores de riesgo en corderos del municipio Culiacán, Sinaloa.

IV. OBJETIVOS

General

Determinar los factores edafoclimáticos de las distintas zonas del municipio de Culiacán y condiciones propias de los animales y sistema influyen sobre la prevalencia de *Haemonchus contortus* en corderos.

Específicos

Determinar la prevalencia de *H. contortus* en corderos del municipio de Culiacán, Sinaloa.

Relacionar factor época del año asociado a la presencia de *H. contortus* en corderos.

Relacionar factor sistema de producción intensivo, semiintensivo y extensivo asociado a la presencia de *H. contortus* en corderos.

Relacionar factor zona de producción valle y alto como riesgo de la presencia de *H. contortus*.

Asociar factor sexo en relación a la presencia de *H. contortus* en corderos.

Asociar factor edad de los corderos a la presencia de *H. contortus* en corderos.

Relacionar fuente de agua como factor en relación a presencia de *H. contortus* en corderos.

Relacionar consistencia de las heces como factor en relación a la presencia de *H. contortus* en corderos.

Asociar el nivel de FAMACHA en relación a la presencia de *H. contortus* en corderos.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio.

El presente estudio Se realizó en el municipio de Culiacán, Sinaloa, México (24o 46' 13" LN y 107o 21' 14" LO). La región se caracteriza por tener un clima BS1 (h') w(w)(e), se define como clima semiseco, muy cálido, con lluvias en verano, según la clasificación de Köppen y modificada por García (1988); con temperatura promedio anual de 25,9 °C, máxima de 30,4 °C en junio y julio, y mínima de 20,6 °C en enero; la humedad relativa promedio es de 68%, con máxima de 81% en septiembre y mínima de 51% en abril; la precipitación anual promedio es de 688,5 mm (CIAPAN, 2002). Las sindicaturas muestreadas con su respectiva unidad de producción se presentan en el cuadro 5.

5.2. Tipo de estudio y tamaño de muestra.

Es un estudio observacional transversal. Se muestrearon 23 ranchos de ovinos, de los cuales 13 integran la Asociación Ganadera Local Especializada de Criadores de Ovinos y Caprinos de Culiacán y 10 no son asociados. En Sinaloa se tenían registradas 162.213 cabezas ovinas, de las cuales 43.560 correspondían al municipio de Culiacán distribuidas en 125 Unidades de Producción Ovina (UPO) (SIAP, 2013), por lo que la muestra representó el 18.4% de las UPO. El muestreo fue por conveniencia de 10 sindicaturas del municipio de Culiacán. Para el muestreo de los animales se consideró la cantidad de adultos y se muestreo la cantidad de corderos que representara el 10% de los adultos en cada rancho, ya que se desconoce el total de corderos, por el caso de los corderos vendidos y muertos. Se llevaron a cabo cuatro muestreos (julio, octubre, enero y abril) y en cada uno se colectaron 380 muestras de heces de corderos de edades comprendidas de 1 a 90 días de edad, con un muestreo total de 1520 corderos analizados.

Cuadro 5. Sindicaturas del municipio de Culiacán y UPO correspondientes al muestreo.

| Sindicatura | UPO (Unidad de producción ovina) | Corderos muestreados |
|--------------------|---|---------------------------------|
| +Culiacancito | San Sebastián | 25 |
| | Agrícola Quiroz | 25 |
| | Los Otates | 20 |
| +Culiacán | La Guásima | 25 |
| | Agrícola Mojolo | 35 |
| | Ganadera Verdugo | 15 |
| | Campo Morelia | 20 |
| +Aguaruto | Fetasa | 22 |
| | Agrícola del Río | 5 |
| | Los Cabritos | 20 |
| +Costa Rica | El Trabajo | 5 |
| | Agrícola Sanfer | 15 |
| | Agrícola Tabachines | 20 |
| +Villa Adolfo | Agrícola El Limón | 10 |
| López Mateos | La Hacienda | 20 |
| | La Granjita | 17 |
| | La Alborada | 18 |
| *Imala | Guayacán | 25 |
| *Sanalona | Baldomero | 5 |
| *Las Tapias | Santa María | 15 |
| +El Salado | El Alacrán | 11 |
| +Quilá | Los Naranjos | 12 |
| | La Loma | 5 |

*Sindicaturas ubicadas en zona de altos + Sindicaturas ubicadas en zona de valle

5.3. Recolección de muestras.

Durante cada visita a las unidades de producción se llenó un formato de registro de información sobre los siguientes factores: época del año (verano, otoño, invierno o primavera), localización (zona de altos o valle), sistema de producción (intensivo, semiintensivo, extensivo) de la UPO, sexo del cordero (hembra y macho), edad (menores de 30 d, mayores de 30 y menores de 60 d, mayores de 60 y menores de 90 d), FAMACHA (Nivel 1, 2, 3, 4 y 5), fuente de agua (dique o pozo), consistencia de las heces (Normales, blandas, blandas con moco).

Las heces se tomaron por enema y/o directamente en el recto con guante de látex, se identificaron individualmente, se refrigeraron en contenedores a 4 °C con hielo y refrigerantes hasta su traslado al laboratorio de Parasitología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, se almacenaron en refrigeración, posteriormente se procedió al proceso y análisis de las muestras.

5.4. Análisis de laboratorio.

La técnica utilizada para el diagnóstico *H. contortus* fue coproparasitoscópico mediante flotación de Faust (Zajac y Conboy, 2011). Se utilizó microscopio óptico con los objetivos de 10x y 40x, para la observación y detección.

5.5. Análisis estadístico.

Los corderos se consideraron positivos con al menos un huevo de *H. contortus*; la prevalencia se estimó como el número de ovinos positivos entre el total de ovinos muestreados según la categoría.

Los resultados de la observación al microscopio (positivo o negativo) se resumieron en cuadros de contingencia por factor y se analizaron para detectar la asociación entre el resultado y el factor, con la prueba de Ji cuadrada. Se consideró diferencia estadística con una $P < 0.05$.

En los factores con más de dos categorías, los resultados se dicotomizaron. Enseguida, para determinar los factores de riesgo de resultados positivos se aplicó análisis de regresión logística multivariado. El modelo general fue:

$$\pi (x) = \frac{\exp (\alpha + \sum \beta_i x_i)}{1 + \exp (\alpha + \sum \beta_i x_i)}$$

Donde: $\pi (x)$, el valor de π puede variar a medida que cambia el valor de x , y se quiere describir su dependencia; los valores de $x_i = (x_1, \dots, x_p)$ son las variables predictoras p , x_i representa el vector de variables independientes; \exp es la base de los logaritmos naturales 2.71828; α es el valor del intercepto; β_i son los valores de los coeficientes de regresión. Para este análisis se utilizó el procedimiento LOGISTIC (SAS, 2001) con la opción `haciartras`, para estimar el grado de asociación [razón de probabilidades (OR)] y los intervalos de confianza. El nivel de alfa para considerar asociación entre el factor con el resultado positivo, y estimar el factor de riesgo fue $P \leq 0.05$.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 1520 muestras analizadas, 204 resultaron positivas a *H. contortus* representando una prevalencia general de 13.42%. Los resultados por época del año mostraron una mayor prevalencia en otoño con 20.53%, seguida por invierno con 13.15%, la época de primavera se observó semejante al invierno y con la menor prevalencia se encontró la época de verano con 7.89%.

La prevalencia observada en este ciclo anual se considera de importancia al ser Sinaloa una entidad creciente en la producción ovina y a la vez constituye una región enzoótica para el parásito considerado de los de mayor impacto económico (Tak *et al.*, 2017). Estudios al respecto coinciden con el presente como el realizado por Gaxiola *et al.* (2010) en esta misma región, con una frecuencia de 17.5% en ovinos adultos, así mismo Broughan y Wall (2007) de 100 corderos analizados el 10.5% fueron positivos al parásito, así mismo en Nigeria encontraron una prevalencia de 10.90% en ovinos de 1 a 9 meses (Solomon *et al.*, 2014) resultados muy similares a esta investigación. Otros autores reportan prevalencias más elevadas como el realizado en Brasil donde observaron el 76.8% (Vieira *et al.* 2014) y en India 55% (Tramboo *et al.* 2015) estas diferencias podrían atribuirse a la inclusión de animales de edades mayores a las del presente estudio. De acuerdo a lo anterior se entiende que los corderos mayores a 30 d consumen más alimento, menos leche y se encuentra en desarrollo su sistema inmunológico.

Los factores estudiados se presentan en el cuadro 6. Las pruebas de Ji Cuadrado indicaron que de los ocho factores, siete de estos fueron significativos ($P < 0.05$), época del año, zona de producción, sistema de producción, heces, FAMACHA, fuente de agua y edad, de igual forma para el análisis de los factores de riesgo los mismos siete resultaron significativos en el modelo de regresión logística multivariada ($P \leq 0.05$) (Cuadro 7).

Cuadro 6. Factores de Riesgo Crudos Asociados a la presencia de huevos de *Haemonchus contortus* en heces de corderos en UPO ubicadas en el municipio de Culiacán, Sinaloa.

| Factor de riesgo | n | Muestras Positivas | Porcentaje | P ¹ |
|------------------------------|------|--------------------|---------------------|----------------|
| Época del año | | | | 0.0001 |
| Verano | 380 | 30 | 7.89 ^c | |
| Otoño | 380 | 78 | 20.53 ^a | |
| Invierno | 380 | 50 | 13.16 ^b | |
| Primavera | 380 | 46 | 12.11 ^{bc} | |
| Zona de producción | | | | 0.0001 |
| Altos | 183 | 7 | 3.83 ^b | |
| Valles | 1337 | 197 | 14.73 ^a | |
| Sistema de producción | | | | 0.0001 |
| Extensivo | 437 | 112 | 25.63 ^a | |
| Semiintensivo | 248 | 50 | 20.16 ^a | |
| Intensivo | 835 | 42 | 5.03 ^b | |
| Sexo del cordero | | | | 0.87 |
| Hembra | 869 | 115 | 13.23 ^a | |
| Macho | 651 | 89 | 13.67 ^a | |
| Heces | | | | 0.0023 |
| Blandas con moco | 47 | 9 | 19.15 ^a | |
| Blandas | 359 | 66 | 18.35 ^a | |
| Normales | 1114 | 129 | 11.58 ^b | |
| FAMACHA | | | | 0.0003 |
| 1 | 99 | 4 | 4.04 ^c | |
| 2 | 699 | 79 | 11.30 ^b | |
| 3 | 566 | 89 | 15.72 ^a | |
| 4 | 140 | 27 | 19.29 ^a | |
| 5 | 16 | 5 | 31.25 ^a | |
| Fuente de agua | | | | 0.0005 |
| Dique | 150 | 34 | 22.67 ^a | |
| Pozo | 1370 | 170 | 12.41 ^b | |
| Edad | | | | 0.0096 |
| ≤ 30 d | 522 | 51 | 9.77 ^b | |
| 30 > y ≤ 60 d | 475 | 75 | 15.79 ^a | |
| > 60 y ≤ 90 d | 523 | 78 | 14.91 ^a | |

¹Valores de probabilidad de la prueba de Ji cuadrada.

^{abc} Literales diferentes en los porcentajes de muestras positivas en cada factor de riesgo indican diferencia estadística ($P \leq 0.01$).

Cuadro 7. Odds ratios para los Factores de Riesgo Asociados a la presencia de huevos de *Haemonchus contortus* en heces de corderos en UPO ubicadas en el municipio de Culiacán, Sinaloa.

| Factor de Riesgo | Odd ratio | IC 95% | Valor de P |
|------------------------|------------|-----------|------------|
| Época del año: | | | |
| V-I-P | Referencia | | |
| Otoño | 2.38 | 1.69-3.34 | 0.001 |
| Edad del cordero: | | | |
| ≤ 30 d | Referencia | | |
| > 30 d | 1.94 | 1.34-2.79 | 0.0004 |
| Zona de producción: | | | |
| Altos | Referencia | | |
| Valles | 2.70 | 1.21-6.02 | 0.016 |
| Sistema de producción: | | | |
| Intensivo-Semi | Referencia | | |
| Extensivo | 4.81 | 3.38-6.85 | 0.0001 |
| Fuente de agua: | | | |
| Pozo | Referencia | | |
| Dique | 4.42 | 2.71-7.19 | 0.0001 |
| Heces: | | | |
| Normal | Referencia | | |
| Anormal | 1.64 | 1.17-2.31 | 0.004 |
| FAMACHA: | | | |
| 1-2 | Referencia | | |
| 3-4-5 | 1.51 | 1.09-2.08 | 0.012 |

V=Verano, I=Invierno, P=Primavera; IC = Intervalo de confianza; P = Probabilidad.

La época del año se presenta como un factor de riesgo conjuntado en dos grupos, el de otoño y en el que se encuentran invierno, primavera y verano, con factor de 2.38 veces mayor riesgo de presentar *H. contortus* en el otoño ($P < 0.001$), que en las restantes. Por otra parte los resultados de la presente investigación en relación a la época del verano con 7.89% son similares a los descritos en Inglaterra

por Broughan y Wall (2007) con 10.5%, aunque se puede atribuir a más baja prevalencia en verano en relación a las altas temperaturas que se presentan en esta época en la zona, por lo cual la larva disminuye su actividad, debido al fototropismo negativo a la luz intensa (Soca *et al.*, 2005), en otro estudio relacionado a épocas del año Rinaldi *et al.* (2015) en la India informaron la presencia del orden Strongylida (orden donde se encuentra *H. contortus*) 63.2% en verano y 58.4% en otoño, 52.77% en invierno y 61.3% en primavera, denotando diferencia con el actual trabajo, ya que en otoño se presentó una prevalencia de 20.52% siendo más alta que la del verano con 7.89%, esto se puede interpretar por las temperaturas favorables para el parásito que se presentan en la India a diferencia de las temperaturas máximas que se presentan en verano en el área de estudio, además del aumento de humedad en los pastos en la época de otoño, favoreciendo la migración larvaria por hidrotropismo positivo (Soca *et al.*, 2005), en lo que compete a invierno y primavera de igual forma se encontraron diferencias entre los dos estudios, ya que en la India aumentó la prevalencia de invierno a primavera, contrario al presente resultado disminuyendo de invierno a primavera la presencia del nematodo, esto puede ser debido al estado de hipobiosis en el que ingresa el parásito, en periodo desfavorable nutricionalmente, por lo cual tiende a bajar su metabolismo y actividad (Soca *et al.*, 2005), en otro estudio Moghaddar (2008) en Irán, muestreó corderos menores de 5 meses, durante las 4 épocas del año, reportó la presencia de nematodos 25.9, 22.3, 50 y 53.1% para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente, las diferencias que destacan entre los estudios es el informe de los nematodos en general por ende mayor porcentaje de corderos positivos, otro factor que indica diferencia entre la prevalencia entre épocas del año es la precipitación, en el caso de Irán se presenta más lluvias en marzo y abril por lo cual se presenta mayor cantidad de nematodos en primavera y verano y en lo que compete a Culiacán, Sinaloa, México, las lluvias se presentan mayormente en agosto y septiembre favoreciendo las condiciones para *H. contortus* en otoño.

En lo concerniente a la zona geográfica la prevalencia para el valle fue de 14.73% a diferencia de la zona altos con 3.83% ($P < 0.0001$), con un factor de 2.70 veces mayor riesgo de presentarse el nematodo en los corderos en zona de valle

que en zona de alto ($P < 0.016$), presentando similitud a lo encontrado por Asmare *et al.* (2016) la diferencia que se reportó de forma general nematodos gastrointestinales, en zona de producción de Valle (Tierras bajas) fue mayor que la zona de altos, con 95% y 68.6% respectivamente, por lo cual se infiere la disparidad de porcentajes debido a la globalización de los resultados, pero de igual forma coinciden en cuanto a más alto el riesgo de presentar *H. contortus* en la zona de producción de valle. En las zonas de estudio los valles son áreas más bajas a las que pueden por afluentes de agua arrastrar contaminantes entre ellos parásitos que se concentran en estos lugares.

Por otra parte el sistema de producción en relación a la prevalencia de *H. contortus* fue significativa asociado como factor de riesgo, agrupando el sistema de producción intensivo y semiintensivo comparándolo contra el sistema extensivo, con un factor de 4.81 veces mayor posibilidad de encontrarse el parásito en este último ($P < 0.0001$), dichos resultados difieren de Zapata *et al.* (2016) en Colombia en el cual no se encuentra una diferencia estadística entre los tres sistemas de producción ($P < 0.342$), esto puede ser debido a los sistemas de producción intensivos y semiintensivos del presente estudio, no presentaba las características óptimas para el nematodo, como la presencia de pastura dentro del corral, baja humedad y algunos casos poca área de sombra, lo que complica la viabilidad de las larvas de *H. contortus*, de igual forma Herrera *et al.* (2013) en Antioquia, Colombia no reportaron diferencia significativa entre los sistemas de producción ($P = 0.286$), la diferencia de dicha investigación es que además de evaluar *H. contortus* englobaron nematodos gastrointestinales en su análisis. Por los datos anteriores, da indicios la importancia del manejo del pastoreo de los animales en cuanto carga animal, desparasitaciones y rotación de potreros.

En el análisis factor de riesgo sexo de los corderos en los machos se presentó 13.67% y hembras de 13.23%, no hubo asociación entre el sexo de los animales el nematodo ($P < 0.87$), sin embargo en una investigación realizada en Antioquia, Colombia (Zapata *et al.*, 2016) se presentó una asociación entre el sexo y la presencia de *H. contortus*, donde los machos fueron más propensos ($P = 0.014$), los

investigadores atribuyeron a podría estar asociada a la producción de testosterona en machos enteros y su efecto negativo sobre la inmunidad de los animales. En otro estudio en Guerrero, México (Rojas *et al.*, 2007), la prevalencia encontrada por sexo no presentó diferencia significativa ($p>0.05$) concordando con esta investigación.

En lo correspondiente a FAMACHA se encontró relación a la presencia del parásito ($P<0.0003$), concordando con lo informado por Zapata *et al.* (2016) encontraron una relación significativa ($P=0.033$), esto se debe a que el nematodo es hematófago, provocando pérdida de sangre, por lo tanto en la revisión de mucosas conjuntivas se encuentran pálidas, dando valores significativos en la lectura de la FAMACHA, siguiendo con esta línea en Córdoba, Colombia, Ensuncho *et al.* (2014) informaron una relación ($P=0.0016$) entre los animales con presencia de huevos de nematodos en heces y los que estuvieron clasificados en la escala 4 y 5 (rosado pálido y blanco), de igual forma coincidiendo con la presente investigación.

En lo reportado en fuente de agua se presentó una asociación en relación a la prevalencia de *H. contortus*, donde el agua de dique arrojó 22.67% y mientras la de pozo 12.41% ($P<0.0005$), determinándose 4.42 veces más riesgo de presentar el nematodo en los corderos suministrados con agua de dique por lo contrario al agua de pozo, ello puede explicarse por el contacto directo que pueden tener estas aguas con materias fecales y estar más expuestas a esa contaminación. Los resultados concuerdan con Musella *et al.* (2011) que al encontrarse como abastecimiento de agua la unidad de producción, en su caso agua de río, aumenta el índice de *H. contortus* en los ovinos 68%.

VII. CONCLUSIONES

La prevalencia del nematodo *Haemonchus contortus* fue de 13.42%, destacando la temporada de otoño e invierno con mayor presencia del parásito; considerando que sólo se muestrearon corderos, este hallazgo da indicios de que el parásito aún en edad joven del animal puede afectar su salud, por ello es importante implementar estrategias de prevención y control en corderos.

El sistema de producción extensivo mostró un marcado factor de riesgo en relación a la presencia de *H. contortus* con 4.81 veces más posible presentarse el parásito en dicho sistema, dado las condiciones favorables en pastoreo para el parásito, por otra parte la edad de los corderos represento un factor de riesgo con 1.94 veces que se presente el nematodo en los ovinos mayores a 30 d, otro factor importante para la presencia de *H. contortus* fue la fuente de agua de dique con 22.67%, en cuanto a la FAMACHA, se presentó una estrecha relación entre la lectura de 3, 4 y 5 y la presencia de *H. contortus*.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abera A. 2019. Prevalence of Ovine Haemonchosis and Associated Risk Factors in Jimma Municipal Abattoir. *Journal of Theoretical and Applied Sciences* 2:6.
- Angulo-Cubillan F. J., Garcia-Coiradas L., Cuquerella M., de la Fuente C., Alunda J. M. 2007. *Haemonchus contortus* - Sheep relationship: A review. *Revista Científica-Facultad De Ciencias Veterinarias* 17(6): 577-587.
- Asmare K., Sheferaw D., Aragaw K., Abera M., Sibhat B., Haile A. 2016. Gastrointestinal nematode infection in small ruminants in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *Act. Trop.* 160: 68-77.
- Besier R. B., Kahn L. P., Sargison N. D., Van Wyk J. A. 2016^a. Diagnosis, Treatment and Management of *Haemonchus contortus* in Small Ruminants. *Adv. Parasitol.* 93: 181-238.
- Besier R. B., Kahn L. P., Sargison N. D., Van Wyk J. A. 2016^b. The Pathophysiology, Ecology and Epidemiology of *Haemonchus contortus* Infection in Small Ruminants. *Haemonchus contortus* and Haemonchosis - Past, Present and Future Trends 93: 95-143.
- Bobadilla S. E., Flores P. J., Perea P. M. 2017. Comercio exterior del sector ovino mexicano antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. *Economía y Sociedad XXI(37)*: 35-49.
- Broughan J. M., Wall R. 2007. Faecal soiling and gastrointestinal helminth infection in lambs. *Int. J. Parasitol.* 37: 1255-68.
- Bush A. O., Fernández J. C., Esch G. W., Seed R. 2001. Parasitism. The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge, E.U. Cambridge University Press.
- Castro del C. N., Enríquez V. I., Barraza T. C. L., Solis C. J. D., Badilla M. C. N, Cota G. S. C., Quintero O. I., Borbolla I. J. E., Rubio R. M. C., Romo R. J. A, Gaxiola C. S. M. 2012. Estudio retrospectivo en la frecuencia de parásitos gastrointestinales en ovinos de Culiacán, Sinaloa. IX Congreso Universitario de Ciencias Veterinarias. Puerto Vallarta, Jalisco, México.
- CIAPAN. 2002. Guía para la asistencia técnica del Valle de Culiacán. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias. Culiacán, Sinaloa, México. 92 pp.

- CODESIN Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa. 2017. Producción pecuaria en Sinaloa 2017. sinaloaennumeros.com/produccion-pecuaria-en-sinaloa-2017/ (Consulta, julio 2019).
- Cordero-del Campillo M., Rojo V. F. A. 2001. Parasitología Veterinaria. McGraw-Hill Interamericana de España. 987pp.
- Cuéllar O. J. A. 2003. Perspectivas de la ovinocultura en México. Memoria del Segundo Seminario sobre Producción Intensiva de Ovinos. Villahermosa, Tabasco, México.
- Diniz V. V., Ribeiro V. V. L., Ferreira F. T., Rodrigues A. A. C., Santos A. S., De Oliveira S. D. V., Libânio S. G., Bezerra M. L. R. 2014. Sheep gastrointestinal helminthiasis in the Sertão region of Paraíba State, Northeastern Brazil: prevalence and risk factors. *Braz. J. Vet. Parasitol.* 23 (4): 488-494.
- Ensuncho H. C., Castellano C. A., Maza A. L., Bustamante Y. M., Vergara G. O. 2014. Prevalencia y grado de infección de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo en pastoreo de cuatro municipios de Córdoba, Colombia. *Revista Científica XXIV* (5): 414-420.
- FAO. 2010. http://www.3tres3.com/buscando/fao-evolucion-mundial-delconsumo-de-carne_30869/ (Consulta, julio 2019).
- Foreyt W. J. 2001. *Veterinary Parasitology Reference Manual*. Quinta edición. Blackwell publishing. Iowa State University Press.
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones climáticas de la República Mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 144 pp.
- Gasser R. B., Schwarz E. M., Korhonen P. K., Young N. D. 2016. Understanding *Haemonchus contortus* Better Through Genomics and Transcriptomics. *Haemonchus contortus* and Haemonchosis - Past, Present and Future Trends 93: 519-567.
- Gaxiola C. S. M., Castro del C. N., Borbolla I. J. E., Cárcamo A. N. M., Cota G. S. C., Villalba R. J. E., Gaxiola M. J., Barraza T. C. L., Pérez C. J. A., Martínez T., Sosa G. C., Meza T. M. A., Mimiaga L. G., Rodríguez G. M. A. 2010. Frecuencia de parásitos gastrointestinales en ovinos del municipio de Culiacán, Sinaloa, México. 6° Seminario Internacional en Reproducción Animal y Producción de Leche y Carne. 2° Seminario Internacional de Avances en Producción Animal.
- Gebresilassie L., Afera Tadele B. 2015. Prevalence of ovine haemonchosis in wukro, ethiopia. *J. Parasitol. Res.* 1-5.

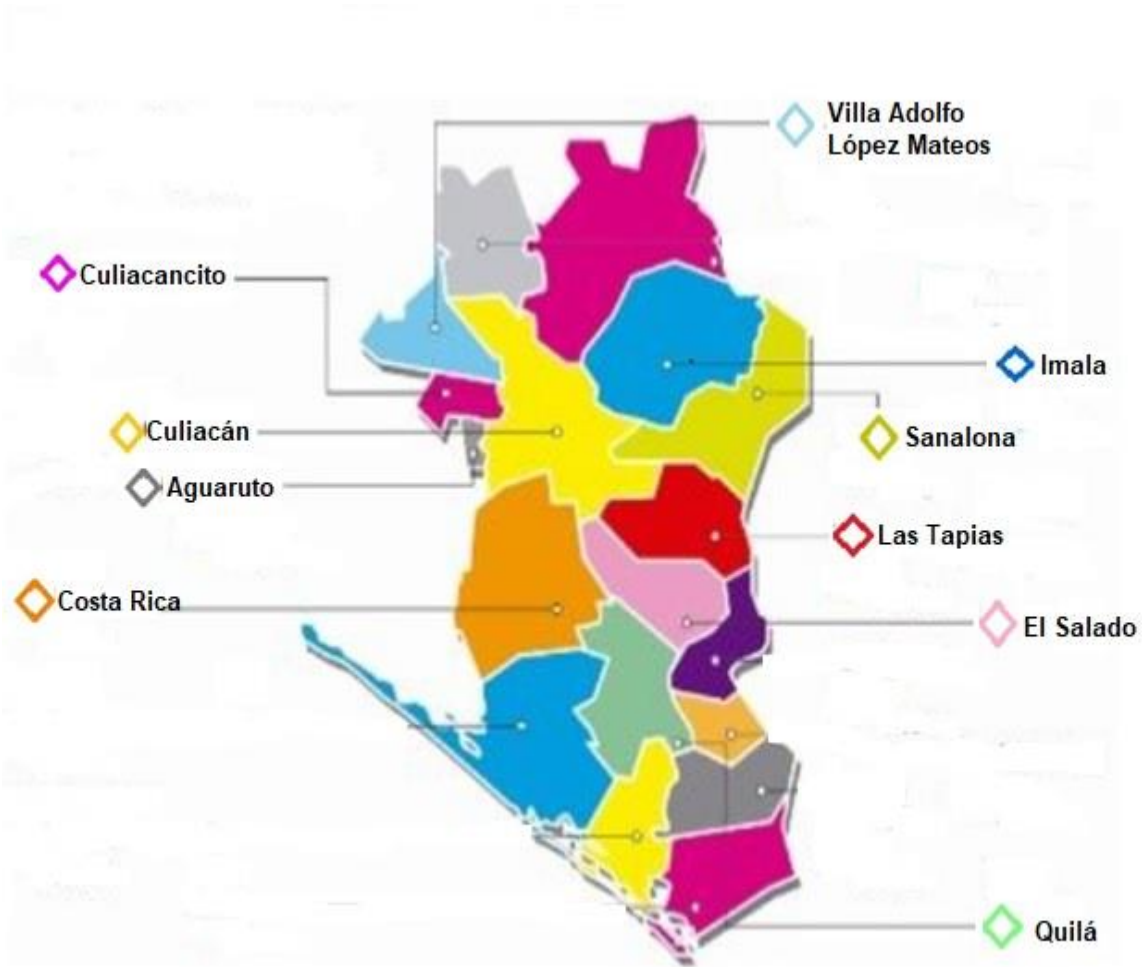
- Getachew T., Dorchies P., Jacquet P. 2007. Trends and challenges in the effective and sustainable control of *Haemonchus contortus* infection in sheep. Review. Parasite-Journal De La Societe Francaise De Parasitologie 14(1): 3-14. doi: DOI 10.1051/parasite/2007141003.
- Hartmann S., Lucius R. 2003. Modulation of host immune responses by nematode cystatins. Int. J. Parasitol. 33: 1291-302.
- Herrera O. L., Ríos O. L., Zapata S. R. 2013. Frecuencia de la infección por nemátodos gastrointestinales en ovinos y caprinos de cinco municipios de Antioquia. Rev. MVZ Córdoba 18 (3): 3851-3860
- Hernández A. 2011. Estudio de la Respuesta Inmune Frente a *Haemonchus contortus* en dos razas ovinas canarias. Tesis Doctoral. Universidad de las Palmas de Gran Canaria Facultad de Veterinaria. Venezuela.
- Kenyon F., Sargison N. D., Skuce P. J., Jackson F. 2009. Sheep helminth parasitic disease in south eastern Scotland arising as a possible consequence of climate change. Vet. Parasitol. 163: 293-7.
- Le-Jambre L. F., Dominik S., Eady S. J., Henshall J. M., Colditz I. G. 2007. Adjusting worm egg counts for faecal moisture in sheep. Vet. Parasitol. 145: 108-15.
- Lichtenfels J. R., Pilitt P. A., Gibbons L. M., Hoberg E. P. 2002. Redescriptions of *Haemonchus mitchelli* and *H. contortus* (Nematoda: Trichostrongyloidea) and description of a unique synlophes for the haemonchinae. J. Parasitol. 88: 947-60.
- Lichtenfels J. R., Pilitt P. A., Hoberg E. P. 1994. New Morphological Characters for Identifying Individual Specimens of *Haemonchus* spp. (Nematoda: Trichostrongyloidea) and a Key to Species in Ruminants of North America. J. Parasitol. 80(1): 107-119
- Malan F. S., Van Wyk J. A., Wessels, C. D. 2001. Clinical evaluation of anaemia in sheep: early trials. Onderstepoort J. Vet. Res. 68:165-74.
- Mederos A., Fernandez S., Vanleeuwen J., Peregrine A. S., Kelton D., Menzies P., Leboeuf A., Martin, R. 2010. Prevalence and distribution of gastrointestinal nematodes on 32 organic and conventional commercial sheep farms in Ontario and Quebec, Canada (2006-2008). Vet. Parasitol. 170: 244-52.
- Morgan E. R., Van Dijk J. 2012. Climate and the epidemiology of gastrointestinal nematode infections of sheep in Europe. Vet. Parasitol. 189: 8-14.
- Mulcahy G., O'Neill S., Donnelly S., Dalton J. P. 2004. Helminths at mucosal barriers--interaction with the immune system. Adv. Drug. Deliv. Rev. 56: 853-68.

- Musella V., Catelan D., Rinaldi L., Lagazio C., Cringoli G., Biggeri A. 2011. Covariate selection in multivariate spatial analysis of ovine parasitic infection. *Prev. Vet. Med.* 99: 69-77.
- Musella V., Rinaldi L., Lagazio C., Cringoli G., Biggeri A., Catelan D. 2014. On the use of posterior predictive probabilities and prediction uncertainty to tailor informative sampling for parasitological surveillance in livestock. *Vet. Parasitol.* 205: 158-168.
- O'Connor L. J., Walkden-Brown S. W., Kahn L. P. 2006. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary Parasitology* 142: 1-15.
- Odoi A., Gathuma J. M., Gachuri C. K., Omoro A. 2007. Risk factors of gastrointestinal nematode parasite infections in small ruminants kept in smallholder mixed farms in Kenya. *BMC Vet Res.* 3-6.
- Pedreira J., Paz S. A., Sánchez A. R., Suárez J. L., Arias M., Lomba C. 2006. Prevalences of gastrointestinal parasites in sheep and parasite-control practices in NW Spain. *Prev. Vet. Med.* 75(1-2): 56-62.
- Raza M. A., Younas M., Schlecht E. 2014. Prevalence of gastrointestinal helminths in pastoral sheep and goat flocks in the cholistan desert of Pakistan. *J. Anim. Plant. Sci.* 24 (1): 127-34.
- Respaldiza C. E., Respaldiza F. E. 1998. Prevalencia y problemática más frecuente en el ganado lanar y cabrío que padece Trichostrongilosis. *Producción ovina y caprina XXIII*: 337-340.
- Rinaldi L., Vincenzo M. D. C., Hubertus H. L. C., Torgerson P. R., Fabien Mavrot, Theo W. F. M., Tom C. N. S., Annibale B. A. B., Cringoli G. 2015. *Haemonchus contortus*: spatial risk distribution for infection in sheep in Europe. *Geospatial Health* 9 (2): 325-331.
- Saccareau M., Salle G., Robert-Granie C., Duchemin T., Jacquiet P., Blanchard A., Cabaret J., Moreno C. R. 2017. Meta-analysis of the parasitic phase traits of *Haemonchus contortus* infection in sheep. *Parasites & Vectors* 10: 201.
- SAGARPA. 2017. La ovinocultura en México. www.2000agro.com.mx/pecuarioypesquero/la-ovincultura-en-mexico (Consulta, julio 2019).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2013. Población ganadera ovina. <http://www.gob.mx/siap/documentos/poblacionganadera#/> (Consulta, abril 2018).

- Soca M., Roque E., Soca M. 2005. Epizootiología de los nematodos gastrointestinales de los bovinos jóvenes. *Pastos y Forrajes* 28: 175-185.
- Solomon W. G. O., Matur B. M., Ibe K. C. 2014. Prevalence of Intestinal helminth in sheep and goat reared for slaughtering in Gwagwalada Abattoir, Abuja - Nigeria. *J Glob Pharm Sci.* 2(1): 12-9.
- Tak I. U. R., Dar J. S., Ganai B. A., Chishti, M. Z. 2017. Association between epidemiology and haematophagous behaviour of *Haemonchus contortus* and *Ostertagia ostertagi* infecting sheep of Kashmir Valley, India. *Current Science* 113: 1776-1783.
- Tariq K. A., Chishti M.Z., Ahmad F., Shawl A.S. 2008. Epidemiology of gastrointestinal nematodes of sheep managed under traditional husbandry system in Kashmir valley. *Veterinary Parasitology* 158: 138-143.
- Torina A., Dara S., Marino A. M. F., Sparagano O. A. E., Vitale F., Reale S. 2004. Study of gastrointestinal nematodes in sicilian sheep and goats. *Ann. N Y Acad. Sci.* 1026:187-94.
- Tramboo S. R., Shahardar R. A., Allaie I. M., Wani Z. A., Bushra M. S. 2015. Prevalence of gastrointestinal helminth infections in ovine population of Kashmir Valley. *Veterinary World* 8 (10): 1199-1204.
- Urquhart G. M., Armour J., Duncan J. L., Dunn A. M., Jennings F. M. 1996. *Veterinary Parasitology*, second ed. Blackwell Science pp: 19-21.
- Van Wyk, J. A., Bath G.F. 2002. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Vet. Res.* 33: 509-529.
- Vattaa A. F., Lindberg A. L. 2006. Managing anthelmintic resistance in small ruminant livestock of resource-poor farmers in South Africa. *J S Afr. Vet. Assoc.* 77: 2-8.
- Vieira V. D., Vilela V. L. R., Feitosa T. F., Athayde A. C. R., Azevedo S. S., Souto D. V. D., Da Silveira G. L., De Melo L. R. B. 2014. Sheep gastrointestinal helminthiasis in the Sertao region of Paraíba State, Northeastern Brazil: prevalence and risk factors. *Revista Brasileira De Parasitologia Veterinaria* 23: 488-494.
- Waller P. J., Chandrawathani P. 2005. *Haemonchus contortus*: parasite problem No. 1 from tropics – Polar Circle. Problems and prospects for control based on epidemiology. *Trop. Biomed.* 22: 131-7.
- Williamson A. L., Brindley P. J., Knox D. P., Hotez P. J., Loukas A. 2003. Digestive proteases of blood-feeding nematodes. *Trends. Parasitol.* 19: 417-23.

- Zajac A. M., Conboy G. A. 2011. Veterinary clinical parasitology. Editorial John Wiley & Sons, Inc. Iowa, USA. pp: 4-5.
- Zapata S. R., Velásquez V. R., Herrera O. L. V., Ríos O. L., Polanco E. D. N. 2016. Prevalencia de Nematodos Gastrointestinales en Sistemas de Producción Ovina y Caprina bajo Confinamiento, Semiconfinamiento y Pastoreo en Municipios de Antioquia, Colombia. Rev. Inv. Vet. 27(2): 344-354.
- Zarlenga D. S., Hoberg E. P., Tuo W. 2016. The Identification of *Haemonchus* Species and Diagnosis of Haemonchosis. *Haemonchus contortus* and Haemonchosis - Past, Present and Future Trends 93: 145-180.

IX. ANEXOS



A1. Localización de las sindicaturas de las unidades de producción ovinas muestreadas en el Municipio de Culiacán, Sinaloa.



A2. Ovino hembra dando de alimentar a cordero, en sistema intensivo.