



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM AMECAMECA
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“EVALUACIÓN DE RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA
AL ALBENDAZOL EN OVINOS DEL MUNICIPIO DE
AYAPANGO, ESTADO DE MÉXICO”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

DANIEL FERNANDO ESQUIVEL PÉREZ

ASESORA

DRA. VIRGINIA GUADALUPE GARCÍA RUBIO

CO-ASESOR

DR. JUAN JOSÉ OJEDA CARRASCO

AMECAMECA, EDO. DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2025.

iii. RESUMEN

En México, la ovinocultura es una actividad que cada día adquiere mayor relevancia; sin embargo, las unidades de producción enfrentan diversos problemas entre los que destacan las parasitosis causadas por nematodos gastrointestinales que provocan alteraciones fisiológicas en los ovinos parasitados, afectando su crecimiento, productividad y reproducción. El control de los parásitos tiende a agravarse por el desarrollo de resistencia antihelmíntica, un fenómeno en el que la efectividad de los fármacos disminuye debido a que los parásitos son capaces de sobrevivir a las dosis recomendadas. El objetivo de la investigación fue diagnosticar la situación de la resistencia antihelmíntica al Albendazol en nematodos gastrointestinales (NGI) de ovinos en un rebaño de un sistema extensivo de producción en el Municipio de Ayapango, Estado de México. El estudio fue realizado en el mes de julio (época de lluvias), integrando dos grupos de 10 ovinos cada uno: Grupo Control (GI) al que le fue administrado un placebo y un Grupo Experimental (GII) tratado con Albendazol 10 mg/kg PC. Al inicio (Día 0) y final (Día 14) del tratamiento fueron colectadas muestras de heces, a partir de las cuales fue determinado el número de huevos por gramo de heces (HPG) de NGI, empleando la técnica coproparasitoscópica cuantitativa de McMaster. El porcentaje de eficacia consideró la diferencia entre los conteos de inicio y término del tratamiento, del número de huevos de NGI/ 1gr de heces. Así mismo, para diagnosticar la resistencia antihelmíntica se siguieron las recomendaciones de la WAAVP. El Intervalo de Confianza fue determinado con base en la fórmula para muestras menores de 30 datos. En GI (Placebo) el conteo de HPG aumentó durante el periodo de estudio (Día 0-Día 14) de 1,350 a 3,617 lo que representa un incremento del 167.9%. En GII (Tratamiento con Albendazol) el HPG disminuyó en de 3,183 a 600 (81.1%). El porcentaje de eficacia fue de 79.9%, ubicándose dentro de un rango moderado de eficacia. Respecto al diagnóstico de resistencia antihelmíntica, el $PRCFH=83.4\%$ con un $L_{inf}-IC_{95\%}$ de 33.19%. Estos valores al ser menores al 95% y 90%, respectivamente, llevan a concluir la presencia de resistencia antihelmíntica de los parásitos que afectan a los ovinos del sistema de producción extensivo del Municipio de Ayapango integrados en el estudio, al Albendazol.

Palabras clave: Albendazol, Carga parasitaria, Eficacia nematicida, Ovinos, Resistencia antihelmíntica.

iv. ABSTRACT

In Mexico, sheep farming is an activity that becomes more important every day; however, production units face various problems, among which parasites caused by gastrointestinal nematodes stand out, which cause physiological alterations in parasitized sheep, affecting their growth, productivity and reproduction. Parasite control is becoming worse due to the development of anthelmintic resistance, a phenomenon in which the effectiveness of drugs decreases because parasites are able to survive the recommended doses. The objective of the research was to diagnose the situation of anthelmintic resistance to Albendazole in gastrointestinal nematodes (GIN) of sheep in a flock of an extensive production system in the Municipality of Ayapango, State of Mexico. The study carried out in the month of July (rainy season), integrating two groups of 10 sheep each: Control Group (GI), which was, administered a placebo and an Experimental Group (GII) treated with Albendazole 10 mg/kg BW. At the beginning (Day 0) and end (Day 14) of the treatment, fecal samples were collected, from which the number of eggs per gram of feces (HPG) of NGI was determined, using the McMaster quantitative coproparasitoscopic technique. The percentage of efficacy considered the difference between the counts at the beginning and end of the treatment, of the number of GIN eggs/1g of feces. Likewise, to diagnose anthelmintic resistance following the recommendations of the WAAVP. The Confidence Interval was determined based on the formula for samples of less than 30 data. In GI (Placebo), the HPG count increased during the study period (Day 0-Day 14) from 1,350 to 3,617, which represents an increase of 167.9%. In GII (Treatment with Albendazole) the HPG decreased from 3,183 to 600 (81.14%). The efficacy percentage was 79.89%, falling within a moderate range of efficacy. Regarding the diagnosis of anthelmintic resistance, the $PRCFH=83.40\%$ with a $Linf-IC_{95\%}$ of 33.19%. These values, being less than 95% and 90%, respectively, lead to the conclusion of the presence of anthelmintic resistance of the parasites that affect the sheep of the extensive production system of the Municipality of Ayapango integrated in the study, to Albendazole.

Keywords: Albendazole, Parasite load, Nematicidal efficacy, Sheep, Anthelmintic resistance.

v. ÍNDICES

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Generalidades de los ovinos	5
2.2 Razas ovinas en México	6
2.3 Importancia de la ovinocultura en México	12
2.3.1 Producción ovina a nivel Nacional	12
2.3.2 Producción ovina en el Estado de México	13
2.3.3 Producción ovina en la Región I: Amecameca	15
2.4 Sistemas de producción en ovinos	17
2.4.1 Sistemas intensivos	17
2.4.2 Sistemas semi-intensivos	18
2.4.3 Sistemas extensivos	18
2.5 Nematodiasis gastroentérica en ovinos	19
2.5.1 Localización de NGI en el tracto gastrointestinal	19
2.5.2 Principales nematodiasis gastrointestinales en ovinos	21
2.5.3 Parasitosis múltiples	22
2.6 Fármacos antihelmínticos empleados en el control de NGI en ovinos	23
2.6.1 Benzimidazoles (BM)	24
2.6.2 Lactonas Macrocíclicas (LM)	24
2.6.3 Imidazotiazoles (IMZ)	25
2.6.4 Salicinalidas	25
2.6.5 Derivado del Amino-acetronilo	25
2.7 Albendazol	26
2.7.1 Características del antihelmíntico	26
2.7.2 Posología y vía de administración	27
2.7.3 Mecanismos de acción	27

2.7.4 Farmacocinética.....	27
2.7.5 Farmacodinamia	27
2.8 Factores a considerar para el uso de antihelmínticos (AH)	28
2.9 Resistencia Antihelmíntica (RA).....	29
2.9.1 La RA como problema mundial en la producción ovina	30
2.9.2 Factores determinantes en la RA	31
2.9.3 Resistencia antihelmíntica múltiple.....	33
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	35
4. JUSTIFICACIÓN	36
5. HIPÓTESIS.....	37
6. OBJETIVOS	38
7. MATERIALES Y MÉTODOS	39
7.1 Localización	39
7.2 Manejo de animales	39
7.3 Selección de animales para prueba de campo	39
7.4 Determinación de la resistencia antihelmíntica (RA) y eficacia del Albendazol ..	40
8. RESULTADOS	42
9. DISCUSIÓN	47
10. CONCLUSIÓN	52
11. REFERENCIAS	53

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Clasificación taxonómica de los ovinos.....	5
CUADRO 2. Principales características de las razas ovinas en México	7
CUADRO 3. Producción ovina en el Estado de México (2021-2023)	14
CUADRO 4. Producción ovina en la Región I “Amecameca” (2021-2023)	16
CUADRO 5. Nematodos gastrointestinales que afectan a los ovinos	20
CUADRO 6. Conteo de huevos en las muestras fecales tomadas en el Día 0 en el Grupo Testigo (GI) y Grupo Experimental (GII) en ovinos de un sistema extensivo de Ayapango, Estado de México	43
CUADRO 7. Conteo de huevos en las muestras fecales tomadas en el Día 14 en el Grupo Testigo (GI) y Grupo Experimental (GII) en ovinos de un sistema extensivo de Ayapango, Estado de México	44
CUADRO 8. Eficacia del Albendazol en el conteo de huevos de NGI a los 14 días post-tratamiento en un rebaño ovino de Ayapango, Estado de México.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Razas empleadas en la ovinocultura en México	10
Figura 1 bis. Razas empleadas en la ovinocultura en México.....	11
Figura 2. Localización de NGI en el tracto gastrointestinal de ovinos.....	21
Figura 3. Estructura química del Albendazol	26

1. INTRODUCCIÓN

En México, la ovinocultura es una actividad pecuaria en expansión que cada día adquiere mayor relevancia. La producción de carne y leche, tienen importantes contribuciones en la disponibilidad de alimento; pero así mismo, la crianza de ovinos representa un importante pilar económico para muchas comunidades rurales por la producción de lana y la venta de animales en pie (SADER, 2024).

Sin embargo, las unidades de producción enfrentan diversos problemas relacionados con las condiciones geo-climáticas, características genéticas (razas ovinas), tipo de alimentación, rendimiento reproductivo, manejo ganadero, y, principalmente, aquellas relacionadas con aspectos sanitarios, entre otros. En estos últimos, destacan las parasitosis, en particular las causadas por nematodos gastrointestinales (NGI) (Vera-Herrera et al., 2019).

La prevalencia de NGI varía dependiendo de la región geográfica, raza, edad, sexo del animal y, sobre todo, del sistema de producción. En los rebaños criados en corrales, las parasitosis se presentan por el consumo de pasturas contaminadas (Puicón et al., 2018). Las cargas parasitarias suelen ser mayores en los ovinos en pastoreo, debido a que la proliferación de los NGI se ve favorecida por las condiciones climático-ambientales y la acumulación de estiércol contaminado, haciendo que el número de larvas infectantes de NGI depositadas en los pastos sea mayor (Villavicencio et al., 2023).

Los animales parasitados presentan alteraciones fisiológicas provocadas por los daños físicos causados por los parásitos en el tracto intestinal, impidiendo que los animales puedan aprovechar de forma óptima los alimentos que se les proporcionan (Salgado-Moreno et al., 2017). Como consecuencia, el crecimiento de los corderos y ovinos jóvenes resulta afectado, en tanto que en los adultos se producen efectos negativos en su productividad y reproducción. La desmejora orgánica del animal, se manifiesta en problemas de desarrollo y ganancia de peso, anemia, debilidad, emaciación y en casos graves, puede ocurrir la muerte súbita, generando pérdidas económicas a los productores (Solís-Carrasco et al., 2021).

Para el control de los parásitos, durante años el método comúnmente empleado ha sido el uso de fármacos antihelmínticos. Incluyen una variedad de compuestos, agrupados en: los benzimidazoles, las lactonas macrocíclicas, los imidazotiazoles, las salicinalidas y un derivado del amino-acetronilo (monepantel) (Zajčková et al., 2020).

Aunque esta estrategia en sus inicios mostró una alta eficacia, a través del tiempo se ha visto reducida, por el uso inadecuado de los antihelmínticos, que generalmente son administrados por los productores, sin la asesoría de un médico veterinario. Problemas como la sub o sobre-dosificación, el uso recurrente de los mismos fármacos, errores en las frecuencias de administración, entre otros aspectos, han provocado el desarrollo de la resistencia antihelmíntica (RA) (Medina et al., 2014).

La RA es un fenómeno en el que la efectividad de los fármacos disminuye debido a que los parásitos son capaces de sobrevivir a las dosis que son suministradas (González et al., 2012). Esta RA, generalmente está determinada por factores tanto genéticos como biológicos del parásito, pero también está estrechamente relacionada con las condiciones de manejo del rebaño. En los genéticos, la presencia de parásitos con alelos resistentes permite que esta característica sea heredada a las siguientes generaciones, dificultando su control. Lo biológico, se relaciona con los mecanismos de acción del parásito sobre el hospedero, que suelen variar dependiendo de las características del ovino (edad, sexo, raza, estado físico, principalmente). Respecto al manejo del rebaño, las condiciones del refugio han sido identificadas como un factor clave en la gestión de la RA, debido a que por lo general hay animales parasitados que no reciben tratamiento, reduciendo las presiones de selección sobre las poblaciones de parásitos. Así mismo, la dosificación inadecuada, el pastoreo rotacional y la ausencia de cuarentena pueden contribuir con este fenómeno (Esteban-Ballesteros et al., 2018).

Desde 1977 en que se reporta en Estados Unidos el primer caso de NGI con RA, el número de casos ha ido aumentando, representando uno de los principales

problemas que enfrenta la ovinocultura en todo el mundo (Medina et al., 2014). En México, en 1990 se detecta por primera vez RA en una cepa de *Haemonchus contortus* a benzimidazoles en ovinos Pelibuey. Este estudio se realizó debido a que el rebaño reportaba fracasos con terapias en las que se administraba de forma frecuente albendazol, complementado ocasionalmente con febantel (Campos et al., 1990). A partir de este estudio, diferentes investigaciones sobre RA en ovinos realizadas en diferentes condiciones geo-climáticas, razas de ovinos y antihelmínticos empleados, muestran diferentes hallazgos. Montalvo-Aguilar et al. (2006) analizaron la RA en 20 rebaños en el noroeste de Tlaxcala, a fenbendazol e Ivermectina en ovinos de diferentes razas (Merino-Dorset, Suffolk, Hampshire, Criolla y Columbia) naturalmente infestados con NGI. Encontraron que la RA al fenbendazol sólo se presentó en un rebaño y en tres se determinó sospecha, en tanto que ninguno presentó RA a la Ivermectina.

Por su parte, Figueroa et al. (2000) compararon la RA de *H. contortus* en ovinos Pelibuey de Veracruz. El Grupo I, fue tratado con Sulfóxido de Albendazol (5 mg/kg vía IM), el Grupo II, con Levamisol (7.5 mg/kg IM), comparados contra un grupo testigo. Evaluaron el PRH (porcentaje de reducción de huevos en heces) y el PAP (porcentaje de animales positivos), con tratamientos a 7 y 14 días. A los 7 días el GI con PRH=65.9% y PAP=100%, GII con PRH=99.7% y PAP=15.8%. A los 14 días GI=66.2% y PAP=84%, GII PRH=100% y PAP= 0%. En ambos casos el GIII con PAP=100%. El Levamisol mostró mayor eficacia ovicida que el albendazol.

Otros estudios realizados con Albendazol en ovinos han sido probados contra *Fasciola hepatica* (García et al., 2016), *Thysanoma actinoides* (Cestodo) (Olivares et al., 2010) y otros parásitos. Con NGI de ovinos, son reducidos los trabajos, en los que generalmente se evalúa la efectividad de este antihelmíntico comparado con otros, como el realizado en Brasil con ovinos mestizos por Duarte et al. (2012), que comparan los efectos del Albendazol (10 mg/kg PC) y el Levamisol (5 mg/kg PC) sobre el número de huevos por gramo de heces. En los 10 grupos de ovinos empleados, el Levamisol mostró una mayor eficacia (90-99.5%) en comparación con el albendazol (56.3-88.5%). Estos autores señalan que es importante realizar pruebas de eficacia *in vivo* para seleccionar el antihelmíntico a emplear, ya que, con

base en sus resultados, el perfil de susceptibilidad y RA suele variar entre los diferentes rebaños.

Recientemente, Soares et al. (2023), compararon la RA de NGI en ovinos y caprinos, contra tres antihelmínticos administrados oralmente: Levamisol (7.5 mg/kg), Ivermectina (200 mcg) y Albendazol (3 mg/kg), incluyendo un grupo testigo, sin tratamiento. Emplearon la técnica modificada de McMaster para los exámenes coproparasitológicos individuales. La eficacia del Levamisol fue de 0% en caprinos y 79.4% en ovinos, de la Ivermectina de 14.28% en caprinos y 52.2% en ovinos, y del Albendazol de 59.8% en caprinos y 3.43% en ovinos. Concluyeron que existe RA a los tres fármacos, y en algunos casos identificaron multi-resistencia en *H. contortus*. A partir de lo anterior, para la presente investigación el objetivo es determinar la eficacia del uso del albendazol en ovinos de un sistema de producción extensivo en el municipio de Ayapango Estado de México y determinar si existe resistencia de los helmintos hacia este principio activo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades de los ovinos

Los ovinos son mamíferos cuadrúpedos, herbívoros y ungulados artiodáctilos (presentan pezuñas), pertenecientes a la Familia Bovidae (Cuadro 1). Son rumiantes, por lo que su estómago está dividido en varias cavidades. Esta característica, les permite transformar fibras en nutrientes, por lo que son capaces de aprovechar los carbohidratos estructurales presentes en los tejidos de las plantas.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de los ovinos

Reino:	Animalia
Phylum:	Craniata
Clase:	Mammalia
Orden:	Artiodactyla
Familia:	Bovidae
Género:	<i>Ovis</i>
Especie:	<i>aries</i>
Nombre científico:	<i>Ovis aries</i> (Linnaeus, 11758)
Nombre común:	Borrego doméstico

Fuente: Tomado de CONABIO (2015)

Se cree que la especie se originó en el Oriente Próximo, en los países de la península arábiga, a partir de la domesticación del muflón (*Ovis gmelini musinom*) considerado como el ancestro común de todas las especies actuales. A las hembras, se les llama ovejas, a los machos carneros y a las crías, corderos. Son animales de cuerpo robusto con patas fuertes que les permiten correr y brincar con

facilidad, aún en espacios rocosos. La cola y orejas son cortas. El periodo reproductivo oscila de 7-10 años, con una gestación de cinco meses, pariendo por lo general de 1 a 2 crías. Las dimensiones de largo y alto del cuerpo varían según la raza (CONABIO, 2015; SADER, 2024). La crianza en México está destinada a la producción de carne, leche y lana que es empleada en la industria textil.

Dentro de las bondades de la producción ovina se tiene que, en 100 gramos de carne magra, 72 g corresponden a agua, 7 g a grasa, 0.8 g a sales minerales, 20 g a proteínas y 0.2 g a carbohidratos. La leche contiene mayor porcentaje de proteínas totales que la de las vacas (5.8% vs 3.5%), caseína (4.9% vs 2.8%), grasa (7.9% vs 3.7%), calcio (0.13% vs 0.12%), fósforo (0.11% vs 0.09%) y magnesio (0.02% vs 0.012%) (Romero, 2015).

2.2 Razas ovinas en México

En su gran mayoría, las razas ovinas que se crían en el país son de tipo criollo, obtenidas de la cruce de animales de línea con borregos autóctonos. Independientemente de su origen, se trata de animales que pueden adaptarse fácilmente a diferentes condiciones agroecológicas, debido a su elevada rusticidad que les permite resistir al estrés, condiciones de alimentación y enfermedades (SADER, 2024).

Por lo general, presentan una prolificidad media, los niveles promedio de producción de carne y lana suelen ser bajos. Además de los criollos, también se crían ovinos de raza pura como Corriedale, Hampshire, Debouillet, Suffolk, Rambouillet, Lincoln y Merino Australiano (SADER, 2017).

En 2021, se oficializó el registro de una nueva raza ovina, la Pelifolk, 100% mexicana, obtenida en el Estado de Jalisco por mejoramiento genético. Por sus características, se proyecta como una raza que va a favorecer la ovinocultura en el país por la alta prolificidad y excelente calidad de carne (Vázquez, 2023). En el Cuadro 2, se resumen las principales características de las razas ovinas presentes en México. La Figura 1, muestra imágenes de estas razas.

Cuadro 2. Principales características de las razas ovinas en México

RAZA	CARACTERÍSTICAS	FUENTE
Pelifolk	Raza 100% mexicana originaria del Estado de Jalisco, producto de la mezcla de las razas Black Belly, Pelibuey y Suffolk. Con pelaje corto, hembras altamente reproductivas, magníficas para la crianza y producción de leche. Excelente rendimiento en la producción de carne de alta calidad. Peso de los corderos 3-5 Kg, del macho adulto 100-150 Kg y de la hembra de 60-75 Kg.	(Vázquez, 2023)
Suffolk	Raza pura de doble propósito (carne y lana) originaria de Inglaterra. Animales de talla mediana a grande, cabeza y patas negras desprovistas de lana. Ambos sexos desprovistos de cuernos. Alta prolificidad con índices del 165%. De rápido crecimiento y gran habilidad en la producción de carne. Peso del macho adulto 110-160 Kg y de la hembra 75-80 Kg.	(CEVA, 2022)
Hampshire	Raza pura, originaria del condado de Hampshire, Inglaterra. Animales desprovistos de cuernos, con la cabeza más ancha que larga, orejas largas, pelaje oscuro, periferia de los ojos sin lana. Hembras muy prolíficas, pudiendo tener partos dobles y triples. Excelentes productores de carne, ya que cuentan con una gran masa muscular. Peso de los corderos 3-4 Kg, de los machos adultos 100-140 Kg y de las hembras de 65-70 Kg.	(GET, 2019a)
Dorper	Raza originaria de Sudáfrica, con pelaje escaso, ambos sexos desprovistos de cuernos, con cabeza fuerte y alargada negra hasta el cuello y blancos en el resto del cuerpo, incluyendo las extremidades. Con gran capacidad de adaptación a los ambientes más severos. Hembras con una amplia vida productiva y un índice de partos gemelares de 130-150%. Productores de carne de excelente calidad. Peso de los machos adultos de 113-136 Kg y las hembras de 95-105 Kg.	(GET, 2019b)
Pelibuey	Raza originaria de África, netamente de pelo lo que les permite una buena adaptación a los ambientes tropicales. La crianza de doble propósito orientada a la carne y piel. Generalmente de color bermejo, algunas llegan a caoba-rojizo, con cara y patas más claras. Fertilidad promedio de 75% y prolificidad de 1.7-1.9 crías/parto. Peso de los	(GET, 2019c)

	corderos de 2.5-3.0 Kg, de los machos adultos 45-60 Kg y las hembras de 37-47 Kg.	
Dorset	Raza originaria de los condados de Dorset y Somerset, Inglaterra. De doble propósito (carne y lana). Animales de tamaño mediano, cara, orejas y patas de color blanco, desprovistas de lana. Con o sin presencia de cuernos. Hembras con alta prolificidad, sin estro estacional marcado, fertilidad del 100%, índice de natalidad entre 139-166%. Peso de los corderos de 3.5-5 Kg, de los machos adultos 115-127 Kg y de las hembras de 80-84.8 Kg.	(GET, 2019d)
Rambouillet	Raza originaria de Asia Menor, de doble propósito (carne y lana), excelente productora de lana. Cara blanca con la nariz rosa, presentan las patas cubiertas con lana corta. La mayoría de carneros con cuernos, las ovejas desprovistas de éstos. Hembras con fertilidad del 70%. Peso del macho adulto 91-136 Kg y de la hembra de 64-82 Kg.	(GET, 2019e)
Black Belly	Raza originaria de África occidental, son ovinos de pelo de talla mediana y cuerpo alargado, ambos sexos desprovistos de cuernos. Cuello largo y orejas rectas y medianas. Se caracterizan por su alta rusticidad, no estacionalidad y resistencia a los parásitos y enfermedades. Hembras con prolificidad de 1.37 crías/parto, que puede incrementarse en climas adecuados a 1.5-2.3. Altas habilidades maternas y elevada producción láctea. Peso de los corderos entre 2-2.5 Kg, de los machos adultos de 34-60 Kg y de las hembras de 30-40 Kg. Carne de excelente calidad.	(GET, 2019f)
Merino australiano	Raza pura, originaria de Australia. Ovinos de doble propósito (lana y carne), muy longevos y gregarios. Machos con cuernos, hembras sin éstos. Cara y orejas cubiertas de pelo, con hocico rosado. Son distintivos los pliegues del cuello. Hembras con fertilidad de 80% y prolificidad de 1.1-1.2 corderos/parto. Peso de los machos adultos 75-130 Kg y de las hembras de 45-60 Kg.	(OvinApp, 2021a)
Romney Marsh	Raza originaria de Inglaterra, de doble propósito (carne y lana). Ovinos de cabeza ancha, pequeña y fuerte desprovista de cuernos en ambos sexos, cuerpo largo y alto, con tórax ancho. Cara sin lana, pero cubierta de pelo fino de color blanco. El peso de los machos adultos oscila entre 100-120 Kg y el de las hembras entre 80-100 Kg.	(GET, 2019g)
Corriedale	Raza pura originaria de Nueva Zelanda, de doble propósito (carne y lana). Ovinos de talla mediana a grande,	(GA, 2020)

	desprovistos de cuernos. Cara, orejas y patas cubiertas con pelo blanco, algunas veces con manchas negras. Con altas tasas de fertilidad y crecimiento. Peso de los machos adultos 80-130 Kg y el de las hembras de 60-80 Kg.	
Katahdin	Raza originaria de Maine, Estados Unidos. Ovinos de pelo, que pueden variar en el color desde totalmente blancos, a color canela, café o marrón. Hembras con capacidad de partos múltiples dobles (50-60%), triples (20%) y cuádruples (5%), con una fertilidad del 99%. Peso de los machos adultos 100-130 Kg y de las hembras de 60-70 Kg.	(OvinApp, 2021b)
Lincoln	Raza pura, originaria de Inglaterra. Ovinos de doble propósito (carne y lana), considerados los más grandes del mundo, la lana puede alcanzar los 38 cm de largo. Cuerpo ancho y rectangular, cubierto de lana gruesa hasta la altura de las rodillas. Hembras con prolificidad promedio, misma que se ve reducida por el incremento del peso del animal. Peso de los machos adultos 113-160 Kg y de las hembras de 90-113 Kg.	(OSU, 2025a)
Debouillet	Raza originaria de Nuevo México. Ovinos de doble propósito (carne y lana), de talla media con pelo blanco en la cara y patas, son muy resistentes a condiciones climáticas adversas. Peso de los machos adultos 79-113 Kg y de las hembras de 57-73 Kg.	(OSU, 2025b)
Saint Croix	Raza originaria de la Isla de Santa Cruz (Islas Vírgenes). Principalmente ovinos blancos de pelo, aunque también hay marrones, color canela y blancos con manchas negras o color marrón. con una gran capacidad de adaptación a condiciones climáticas extremas. Ambos sexos sin cuernos, resistentes a parásitos. Hembras con alta habilidad materna, precoces pues pueden preñarse desde los seis meses de edad, prolificidad de 3.2 crías/año. Peso de los machos adultos 79-113 Kg y de las hembras de 57-73 Kg.	(Zoquital, s.f)
Karakul	Raza originaria de Asia central, son ovinos de múltiples propósitos, valorados por su carne, leche, lana y piel. Su lana es muy suave y los colores varían del blanco, gris, marrón, hasta el negro. Es característico el ensanchamiento de su cola que sirve para almacenar grasa. Son extremadamente resistentes a las altas y bajas temperaturas. Peso de los machos adultos 79-102 Kg y de las hembras de 45-68 Kg.	(OSU, 2025c)

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información de las fuentes citadas



PELIFOLK (Vázquez, 2023)



SUFFOLK (CEVA, 2022)



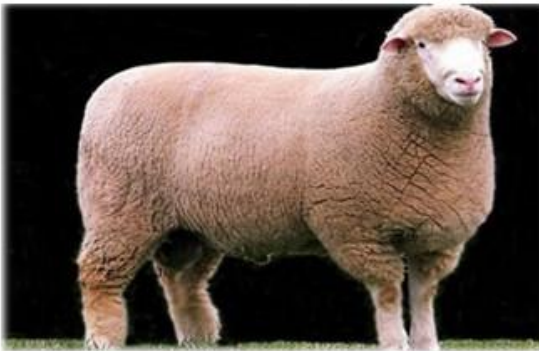
HAMPSHIRE (GET, 2019a)



DORPER (GET, 2019b)



PELIBUEY (GET, 2019c)



DORSET (GET, 2019d)



RAMBOUILLET (GET, 2019e)



BLACK BELLY (GET, 2019f)

Figura 1. Razas empleadas en la ovinocultura en México.

Fuente: Imágenes tomadas de las referencias registradas en cada caso.



MERINO (OvinApp, 2021a)



ROMNEY (GET, 2019g)



CORRIEDALE (GA, 2020)



KATAHDIN (GA, 2020)



LINCOLN (OSU, 2025a)



DEBOUILLET (OSU, 2025b)



SAINT CROIX (Zoquital, s/f)



KARAKUL (OSU, 2025c)

Figura 1 bis. Razas empleadas en la ovinocultura en México.

Fuente: Imágenes tomadas de las referencias registradas en cada caso.

2.3 Importancia de la ovinocultura en México

La ovinocultura es una actividad pecuaria con presencia en todo el territorio nacional, dada la gran resistencia y adaptabilidad de la especie a diferentes condiciones geo-climáticas. Tiene la ventaja de que, para la crianza, no se requiere de grandes extensiones de terrenos, así como tampoco de procesos altamente tecnificados. El fácil manejo, la alta eficiencia reproductiva y productiva, han posicionado a los ovinos como una excelente opción para promover el desarrollo rural (SADER-SIAP, 2024).

Como actividad pecuaria, tiene gran trascendencia por sus impactos sociales, económicos y productivos. Desde el punto de vista social, brinda estabilidad familiar, especialmente en los hogares campesinos, no sólo como medio de subsistencia a través del cual se pueden obtener alimentos, sino como factor cultural en donde los aprendizajes son heredados entre generaciones, así como también como forma de ahorro (Delgado, 2017).

En lo económico, representa una fuente de ingresos adicionales para las familias rurales, permitiendo establecer una economía circular por el uso que se da a los esquilmos agrícolas como recursos para la alimentación del ganado, lo que contribuye con la sostenibilidad ambiental (Laínez, 2018). Así mismo, representa una fuente de empleo formal para muchos trabajadores. En el tercer trimestre de 2024, de los 78,700 trabajadores empleados en la cría de ovinos y caprinos en el país, el 87% (68,469) realizaron su actividad laboral con ovinos, 65.3% hombres y 34.7% mujeres (Data México, 2024).

Desde el punto de vista productivo, de acuerdo con el Censo Agropecuario 2022, se contaba con 8,823,609 cabezas ovinas, de las cuales el 88.8% (5'714,882) eran criadas en unidades de producción y 11.2% (717,785) en viviendas, en sistemas de traspatio (INEGI, 2023).

2.3.1 Producción ovina a nivel Nacional

En México, la producción de ovinos muestra una tendencia sostenida en el aumento del número de cabezas registradas en el inventario nacional, de 8'725,885

en 2020 la cifra pasó a 8'836,730 en 2023. Históricamente el Estado de México, ha sido el principal productor de ovinos en el país. Para 2023, su contribución al inventario nacional fue de 1'365,816 (15.5%), seguido por los estados de Hidalgo con 1'103,235 (12.5%) y Veracruz con 730,015 (8.3%) (SIACON, 2024a).

Se estima la existencia de cerca de 53,000 Unidades de Producción Ovina (UPO) en el país, en las que predominan los sistemas de producción extensivos, distribuidas en tres zonas:

1. Zona centro: Concentra el mayor número de UPO (53%), principalmente en el Estado de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala, en donde se realiza la crianza de ovinos para la obtención de carne, lana y piel. Incluyen a razas de lana (Dorset, Hampshire, Suffolk y Rambouillet) y de pelo (Dorper, Katahdin y Pelibuey).
2. Zona Sur-Sureste: Con el 24% de las UPO, con el propósito principal de obtención de carne a partir de razas de pelo (Black Belly, Dorper, Katahdin y Pelibuey), y en algunos casos como en Oaxaca y Chiapas, para la obtención de lana destinada al uso artesanal, a partir de las razas Debouillet, Lincoln y Merino australiano.
3. Zona Norte: Integra el 23% de las UPO, destinadas a la crianza de ovinos para la obtención de carne a partir de la raza Rambouillet, pero también se utilizan razas de pelo como la Dorper, Katahdin y Pelibuey (Arteaga, 2012; Arce-Recinos et al., 2021).

En 2024, la producción nacional de carne ovina en canal alcanzó las 438,579.17 Toneladas (Ton). De este total, 59,969.11 Ton (13.67%) fueron aportadas por el Estado de México, 44,200.97 Ton (10.08%) por Hidalgo y 38,974.50 Ton (8.89%) por Veracruz (SIAP, 2024).

2.3.2 Producción ovina en el Estado de México

A pesar de que el Estado de México es el mayor productor de ovinos en el país, enfrenta problemáticas que afectan su productividad, como: deficiencias en la calidad genética de los animales, baja eficiencia productiva, falta de asistencia

técnica, elevados costos de producción, reducida tecnificación, altos índices de parasitosis y enfermedades en especial en corderos y hembras gestantes, así como problemas relacionados con la comercialización por fluctuaciones en los precios del mercado, intermediarismo y una baja cultura del consumo de carne ovina, que principalmente se realiza a nivel comercial con la preparación de barbacoa (Delgado, 2017).

Estos problemas han afectado el crecimiento sostenido de las poblaciones ovinas en las UPO, con variaciones en los últimos años en el inventario estatal (cabezas de ganado). Sin embargo, tanto la producción de carne como el valor en pie, muestran un aumento importante en 2023, como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Producción ovina en el Estado de México (2021-2023)

AÑO	PRODUCCIÓN (TONELADAS)	PRODUCCIÓN EN PIE (TONELADAS)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN EN PIE (Miles de pesos)	NO. DE CABEZAS
2020	9,599.39	17,521.74	720,751.95	673,930.93	1,355,113
2021	9,608.29	17,532.01	731,490.78	671,700.32	1,365,816
2022	9,603.11	17,682.85	820,891.49	770,490.14	1,362,453
2023	9,864.92	18,139.97	956,572.87	883,509.09	1,365,021
TOTAL	38,675.71	70,876.57	3,229,707.10	2,999,630.48	5,448,403

Fuente: Datos tomados de SIACON (2024a)

En comparación con los estados con las mayores aportaciones a nivel nacional, en 2023 el Estado de México registra una producción de 1,482.09 Ton más que Hidalgo y 3,774.24 Ton más que Veracruz. Respecto al número de cabezas, los supera con 257,615 y 624,659, respectivamente (SIACON, 2024a).

A nivel estatal, desde 2010 el mayor número de UPO se concentra en dos regiones: la II-Atacomulco (principalmente en los municipios de Atacomulco, Acambay, Jocotitlán, San José del Rincón y Villa del Carbón) y la Región VI-Ixtlahuaca (San Felipe del Progreso, Ixtlahuaca, Temoaya y Almoloya de Juárez). Sin embargo, dentro de los diez municipios con mayor producción ovina también se

incluye la Región XVII-Toluca, con el Municipio de Zinacantepec y la Región I-Amecameca, con el Municipio de Juchitepec. Este municipio del oriente mexiquense de 2012-2016 ocupó el 2° lugar en el número de cabezas ovinas a nivel estatal, para posicionarse en el 1° lugar de 2017-2023 (COPLADEM, 2023; SIACON, 2024b).

2.3.3 Producción ovina en la Región I: Amecameca

En esta región, destaca el Municipio de Juchitepec tanto por el número de cabezas ovinas, como por los volúmenes de producción y aportaciones al Producto Interno Bruto (PIB) (SECAMPO, 2022).

Excepto en Valle de Chalco, la ovinocultura está presente en los otros 11 municipios que integran la región: Amecameca, Atlautla, Ayapango, Chalco, Cocotitlán, Juchitepec, Ozumba, Temamatla, Tenango del Aire, Tepetlixpa, y Tlalmanalco (SIAP, 2024b). Las características geo-climáticas son favorables para el desarrollo de esta actividad pecuaria, al contar con grandes extensiones con vegetación nativa, ideales para realizar el pastoreo, así como con terrenos de cultivo que permiten la crianza estabulada, al usar los residuos agrícolas en la alimentación de los ovinos. Aunque en su mayoría los productores realizan esta actividad de forma secundaria a la agricultura, en los últimos años la ovinocultura está representando una buena alternativa para la crianza de diversas razas ovinas, por su capacidad de sobrevivir a condiciones ambientales extremas y su elevada capacidad de transformar los residuos agrícolas en alimento aprovechable, entre otros aspectos (Ojeda et al., 2022a).

De acuerdo con la información registrada en el *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta* (SIACON), tanto la producción (Ton), como el número de cabezas, han venido disminuyendo en los últimos años en la región. A pesar de esta disminución, que también afecta al principal productor estatal y nacional (Municipio de Juchitepec), éste ha logrado mantenerse en la primera posición de todos los municipios mexiquenses (SIACON, 2024b). En el Cuadro 4, se presenta un comparativo de los 11 municipios de la Región I Amecameca, para los años 2021 a 2023.

Cuadro 4. Producción ovina en la Región I “Amecameca” (2021-2023)

MUNICIPIOS	2021		2022		2023	
	PRODUCCIÓN (TON)	NO. DE CABEZAS	PRODUCCIÓN (TON)	NO. DE CABEZAS	PRODUCCIÓN (TON)	NO. DE CABEZAS
AMECAMECA	33,913	1,651	34,265	1,707	33,650	1,616
ATLAUTLA	49,753	2,384	49,454	2,510	49,656	2,393
AYAPANGO	6,756	336	6,835	337	6,829	332
CHALCO	44,767	2,256	44,405	2,220	43,724	2,172
COCOTITLÁN	4,612	229	4,722	230	4,731	234
JUCHITEPEC	430,516	21,273	383,601	18,692	376,751	18,472
OZUMBA	2,999	149	3,043	149	3,102	154
TEMAMATLA	9,104	439	9,092	453	9,146	441
TENANGO DEL AIRE	6,758	335	6,752	329	6,931	335
TEPETLIXPA	30,689	1,511	30,801	1,517	31,272	1,535
TLALMANALCO	21,725	1,068	21,018	1,067	21,707	1,083
VALLE DE CHALCO	0	0	0	0	0	0
TOTALES	641,592	31,631	593,988	29,211	587,499	28,767

Fuente: Datos tomados de SIACON (2024b)

El valor de la producción ovina registrada para la región para estos años, supera los 50 millones de pesos, para 2021 con 51,033; en 2022 con 53,738 y en 2023 con 53,268 millones. De estos montos, Juchitepec contribuye con el 68.7%, 65.6% y 67.2%, respectivamente, para un promedio de 67.2%. Las diferencias promedio con el resto de los municipios son significativas, ubicando en el segundo sitio al Municipio de Atlautla con 8.2%, seguido por Chalco (7.5%) y Amecameca (5.6%) (SIACON,2024b).

2.4 Sistemas de producción en ovinos

La clasificación de los sistemas de producción que se utilizan para la crianza de ovinos, varían de acuerdo con el criterio que se emplee. Por el tipo de mantenimiento del rebaño, se dividen en:

- a) **Sistemas de estabulación:** Corresponden a sistemas que mantienen a los rebaños en espacios acotados. Incluyen desde pequeños corrales establecidos en los traspacios de viviendas rurales, en los que los ovinos son mantenidos de forma permanente y son alimentados manualmente con forrajes y residuos agrícolas, principalmente; hasta corrales o apriscos de mayores dimensiones. En estos últimos, generalmente el pienso, forraje y ensilado, son proporcionados de forma manual; se establecen corrales menores y espacios específicos con diferentes propósitos, ya sea para separar a los machos, las ovejas recién paridas con sus crías, los ovinos adultos, entre otros (CEVA, 2023).
- b) **Sistemas de pastoreo:** Los ovinos son alimentados dejándolos libres en pastizales donde se alimentan de vegetación nativa, o en tierras de cultivo en los que consumen los residuos agrícolas post-cosecha, por lo que la producción se adapta a la disponibilidad de recursos en cada localidad.
- c) **Sistemas mixtos:** Es una combinación de los dos anteriores, en donde por las mañanas los animales son sacadas a pastorear y durante la tarde y noche permanecen en los corrales, donde son alimentados (Vargas et al., 2023).

Otra clasificación, que es la más usada es la que considera la intensidad de la producción, dividiendo los diferentes tipos de sistemas en intensivos, semi-intensivos y extensivos, que varían según sus alcances, dimensiones y recursos empleados (Partida et al., 2013).

2.4.1 Sistemas intensivos

En México este tipo de sistemas es muy reducido y en algunas UPO se presentan altos grados de tecnificación. Estos sistemas buscan la generación rápida de recursos, por lo que están enfocados a maximizar la producción en áreas

reducidas, lo que implica que la densidad poblacional de los rebaños suele ser alta. Por lo general, tienen un mayor impacto ambiental que los sistemas extensivos. La alimentación es controlada y equilibrada para procurar una rápida ganancia de peso y crecimiento de los ovinos, está formulada a base de forrajes verdes, pasturas y pajas, que son complementados con piensos a base de granos (Romero, 2015; Chávez-Espinoza et al., 2022).

2.4.2 Sistemas semi-intensivos

En este tipo de sistemas, se combina el pastoreo con la estabulación. En las mañanas los ovinos son sacados de sus corrales para llevarlos a pastar en pastizales, superficies agrícolas o en áreas forestales bien establecidas (con el fin de evitar daños a los árboles jóvenes). Por lo general, la carga animal por superficie es reducida (aproximadamente de 30 ovinos/hectárea). Por la tarde, los animales son retornados a sus corrales en donde su alimentación se complementa con dietas formuladas con ingredientes locales y concentrados comerciales (Rueda, 2022).

2.4.3 Sistemas extensivos

Son los más comunes en el país, y por lo general se realizan como actividad secundaria de la agricultura para aprovechar los residuos agrícolas post-cosecha. Estos sistemas aprovechan los materiales vegetales naturales (pastos y plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas), en su mayoría leguminosas y gramíneas, para la alimentación de los rebaños, es común el uso de ensilados. Rara vez se utilizan los recursos de terrenos cultivados, por lo que en pequeños rebaños la alimentación de los animales suele ser deficiente tanto en cantidad como en calidad, debido a que la digestión de los esquilmos agrícolas, que son los mayormente empleados, implica un gran gasto metabólico a los ovinos. Algunas de las desventajas de este sistema se relacionan con deficiencias en la nutrición, por la nula o baja suplementación, baja calidad de los forrajes, ingesta deficiente de vitaminas y minerales; pero así mismo por el manejo genético, reproductivo y sanitario deficiente (Arteaga, 2012).

2.5 Nematodiasis gastroentérica en ovinos

Las nematodiasis gastroentéricas, son parasitosis crónicas enzoóticas que debido a la incidencia de casos en un rebaño son consideradas de elevada morbilidad y baja mortalidad (la cual sucede en casos graves de infestación), que afectan a los ovinos en prácticamente todas las etapas de la vida. Son consideradas como enfermedades zootécnicas prototipo, debido a que los animales suelen estar parasitados durante largos periodos sin que muestren signos clínicos evidentes; sin embargo, las afectaciones suelen ser progresivas por los efectos causados en el crecimiento, desarrollo y productividad, generando grandes pérdidas económicas a los productores (Habela et al., 2002).

Estas parasitosis están determinadas por la convergencia de tres tipos de factores: ambientales, los asociados a los hospederos y las características de los parásitos (Oviedo, 2017). Son causadas por diferentes géneros de nematodos, que afectan distintas porciones del tracto gastrointestinal de los ovinos haciendo que la conversión de alimentos resulte afectada, debido a las alteraciones en el metabolismo de las proteínas, la disminución de la digestibilidad ocasionada por la pérdida de enzimas, así como también la absorción de nutrientes suele disminuirse, lo que en su conjunto impide que los animales puedan aprovechar de forma óptima los alimentos que se les proporcionan (Salgado-Moreno et al., 2017).

Esto provoca retrasos en el crecimiento de los corderos y ovinos jóvenes, en tanto que en los adultos se producen efectos negativos en su productividad y reproducción. La presencia de parásitos provoca una desmejora orgánica del animal, que se manifiesta en problemas de desarrollo y ganancia de peso, presencia de anemia, debilidad, emaciación y en casos graves, puede ocurrir la muerte súbita de los animales (Solís-Carrasco et al., 2021).

2.5.1 Localización de NGI en el tracto gastrointestinal

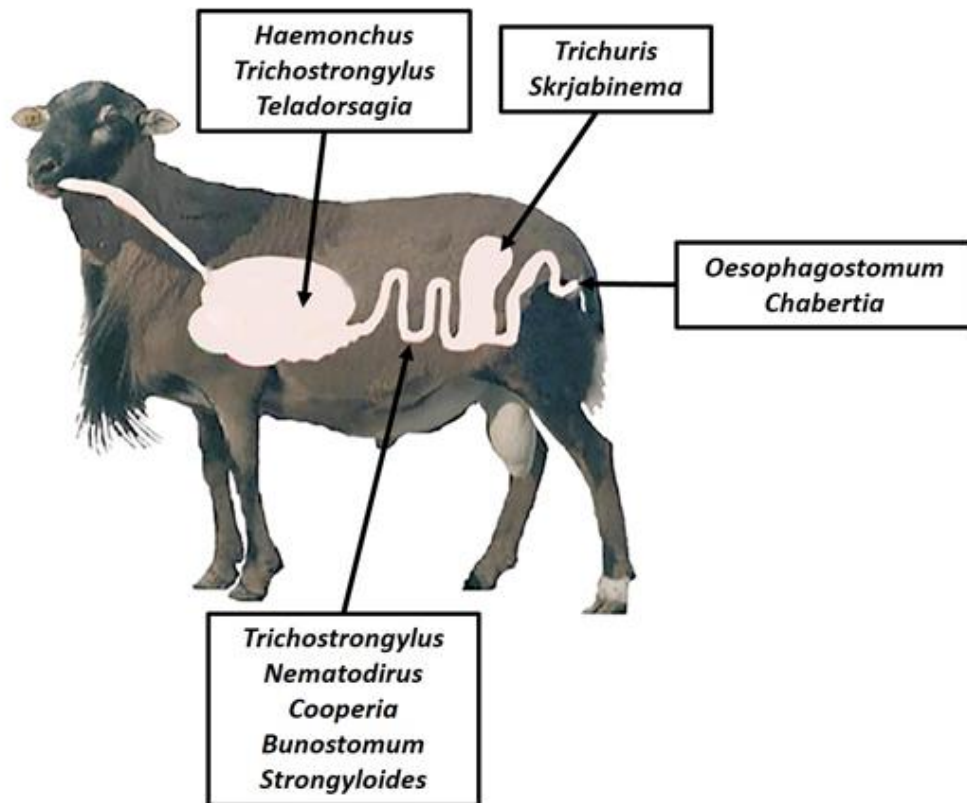
Aunque los parásitos gastrointestinales incluyen también a protozoarios, cestodos y trematodos, las causadas por NGI son las que se presentan con mayor

frecuencia y recurrencia, provocando graves daños en el bienestar y salud de los ovinos. En el Cuadro 5, se presentan las parasitosis, géneros y especies de parásitos y localización de los NGI que afectan a los ovinos. En la Figura 2, se muestra su localización.

Cuadro 5. Nematodos Gastrointestinales (NGI) que afectan a los ovinos

PARASITOSIS	PARÁSITO	LOCALIZACIÓN
Hemoncosis	<i>Haemonchus contortus</i> <i>H. similis</i>	Abomaso
Ostertagiasis	<i>Teladorsagia (Ostertagia) circumcincta</i> <i>T. ostertagi</i> , <i>T. pinatta</i>	Abomaso
Tricostrongiliasis o Tricostrongilosis	<i>Trichostongylus axei</i>	Abomaso
Nematodirosis	<i>Nematodirus spathiger</i> , <i>N. oiratianus</i> , <i>N. abnormalis</i> , <i>N. filicollis</i> , <i>N. battus</i> , <i>N. helveticus</i>	Intestino delgado
Tricostrongilidiosis intestinales	<i>Trichostongylus colubriformis</i> <i>Trichostongylus vitrinus</i>	Intestino delgado
	<i>Cooperia curticei</i> , <i>C. surnabada</i>	Intestino delgado
Estrongiloidiasis o estrongiloidosis	<i>Strongyloides papillosus</i>	Intestino delgado
Bunostomiasis	<i>Bunostomum trigonocephallum</i>	Intestino delgado
Oesofagostomiasis o Esofagostomiasis	<i>Oesophagostomum columbianum</i>	Intestino grueso
Skrjabinemiosis	<i>Skrjabinema ovis</i>	Intestino grueso
Chabertiasis o Chabertiosis	<i>Chabertia ovina</i>	Intestino grueso

Fuente: Adaptado de Ojeda et al. (2022b)



Fuente: Tomado de Bautista y Aguilar (2022)

Figura 2. Localización de NGI en el tracto gastrointestinal de ovinos

2.5.2 Principales nematodiasis gastrointestinales en ovinos

De todas estas nematodiasis ovinas, las de mayor importancia son la Hemoncosis, Tricostrongiliasis, Ostertagiasis, Oesofagostomiasis y Bunostomatosis. Sin embargo, debido a que la gravedad de los daños se asocia con las capacidades y actividad biológica del parásito, la Hemoncosis destaca por estas condiciones, así como por su prevalencia, como la de mayor importancia (López-Rodríguez et al., 2023).

La relevancia de la hemoncosis (causada por *Haemonchus contortus*) se debe a que este parásito se aloja en el abomaso, porción del tracto digestivo involucrado con procesos metabólicos y digestivos esenciales para la vida del ovino, como el procesamiento de los nutrientes para que el cuerpo realice diferentes

funciones. La alta fecundidad, prolificidad, gran capacidad adaptativa, la alta eficiencia de establecimiento de las larvas en el abomaso y los hábitos hematófagos, hacen que los daños que causan estos parásitos sean significativos y progresivos, visibles en etapas desarrolladas por la pérdida progresiva de peso, anemia, anorexia y condición corporal disminuida, lo que afecta la productividad. Además, estos parásitos han desarrollado multi-resistencia a los antihelmínticos (incluidos Ivermectina, closantel, levamisol y fenbendazol) dificultando su control (García-Rubio y Ojeda-Carrasco, 2024).

En el caso de la Ostertagiasis, otra de las parasitosis más dañinas, al invadir el intestino las larvas forman nódulos, produciendo hinchazón en la mucosa impidiendo que los procesos de absorción se realicen de manera adecuada. La adaptación de los parásitos ha permitido que durante la etapa estival los ovinos jóvenes resulten infestados durante sus primeros pastoreos, en tanto que en el invierno las larvas que se habían mantenido en hipobiosis, se reactivan para afectar a los animales adultos (Munguía, 2018).

Por su parte, la Tricostongiliasis es una parasitosis muy común en los ovinos, afectando la producción de carne y leche, debido a que los parásitos promueven que las proteínas del plasma se filtren hacia el lumen, lo que provoca una producción masiva de células epiteliales en el intestino (Bhat et al., 2023).

El daño provocado por la Bunostomiasis, está asociado a las lesiones que producen los parásitos en los vasos sanguíneos del intestino, que además de causar hemorragias profusas que causan anemia, afectan los procesos digestivos, debilitando de forma progresiva al animal hasta causar su muerte (Demeler et al., 2012).

2.5.3 Parasitosis múltiples

Una de las problemáticas más graves que enfrentan las UPO, es que cada una de las parasitosis genera afectaciones que no sólo comprometen la productividad, sino la salud y bienestar de los animales. El problema se incrementa debido a que por lo general estas parasitosis no se presentan de forma individual,

sino mixta, lo que implica que las porciones del tracto gastrointestinal pueden sufrir lesiones de forma simultánea por la acción provocada por cada grupo de parásito en el órgano sobre el que actúan. Diversos estudios han documentado la presencia de distintos parásitos en ovinos de un mismo rebaño. En uno realizado en Guerrero, en ovinos al inicio de la época de pastoreo, se encontró una prevalencia general de NGI de 77.63%, e individual de 32% para *Haemonchus* spp., *Cooperia* spp. (30%), *Trichostrongylus* spp. (17.3%) y *Oesophagostomum* spp. (13.67%) (Rojas et al., 2007).

En otra investigación en que se comparó la prevalencia de NGI en sistemas de producción bajo confinamiento, semi-confinamiento y pastoreo, la prevalencia para cada sistema fue de 74.1%, 66.7% y 81.4%, respectivamente. Las prevalencias por parásito (en el mismo orden de sistemas) fueron para *H. contortus* (56.8, 65.9 y 64.7%), *Ostertagia circumcincta* (22.3, 27.3 y 28.6%), *Trichostrongylus* sp. (16.5, 40.9 y 20.2%) *Oesophagostomum* sp. (18, 2.3 y 19.3%), *Bunostomum* sp. (11.5, 2.3 y 14.3%), *Cooperia* sp. (6.5, 13.6 y 10.9%), *Strongyloides papillosus* (2.9, 18.2 y 1.7%), *Chabertia* sp. (1.4, 2.3 y 4.2%) y *Nematodirus* sp. (1.4, 4.5 y 1.7) (Zapata et al., 2016).

2.6 Fármacos antihelmínticos empleados en el control de NGI en ovinos

Los fármacos antihelmínticos (AH) son drogas elaboradas de forma sintética a partir de compuestos químicos, para controlar los parásitos internos que afectan a muchos tipos de ganado (Reyes-Guerrero et al., 2021). El uso de estos fármacos comerciales, por mucho tiempo han representado la herramienta más eficaz para el control de los NGI. Se ha observado que el uso correcto, con una dosificación adecuada asociada a las condiciones de los animales minimizan las pérdidas en las UPO (López-Rodríguez et al., 2023). Los AH que actúan contra los nematodos incluyen al albendazol, mebendazol, ivermectina, pirantelo pamoato, levamisol y piperazina (Rodríguez y Obrador, 2013). Con base en sus mecanismos de acción, se clasifican en: Benzimidazoles (BM), Lactonas Macroclínicas (LM),

Imidazotiazoles (IMZ), Salicinalidas y un derivado del amino-acetronilo (monepantel) (Zajíčková et al., 2020).

2.6.1 Benzimidazoles (BM)

Estos AH desde el punto de vista químico, comprenden la familia más amplia de fármacos empleados contra NGI en animales domésticos, debido a su amplio espectro de acción. Son hidrocarburos aromáticos heterocíclico formados a partir de la fusión del benceno con el imidazol. Son poco hidrosolubles, por lo que generalmente su administración es PO (por la boca o vía oral) ya sea en forma de bolo, pasta, o suspensión. En este grupo se incluye al albendazol, febantel, fenbendazol, flubendazol, mebendazol, netobimina oxfendazol, oxibendazol, sulfóxido de albendazol, tiobendazol, tiofanato y tricabendazol. Los más eficaces son el albendazol, fenbendazol y oxfendazol, debido a que cuentan con una vida media prolongada en el organismo, por lo que no son rápidamente metabolizados; así mismo, mantienen una concentración eficaz en el tracto digestivo y plasma por periodos prolongados. Son excelentes ovicidas y larvicidas tanto de larvas inmaduras, hipobióticas, como de nematodos en fase adulta. La eficacia en el control de NGI se asocia con la magnitud y tasa de absorción, que puede variar dependiendo de la especie y raza del animal, la formulación, dosis, solubilidad, así como del funcionamiento del reflejo esofágico (Vercruysse y Claerebout, 2014a).

2.6.2 Lactonas Macrocíclicas (LM)

Son AH obtenidos químicamente por fermentación a partir de dos especies de actinomicetos (hongos). Las Avermectinas, se obtiene de la especie *Streptomyces avermitilis*, en las que se incluyen AH como la abamectina, ivermectina, doramectina y eprinomectina y selamectina. Las Milbecinas, son obtenidas de la especie *Streptomyces cyanogriseus*, incluyen a la nemadectina, moxidectina y milbemicina. De todas estas LM, la ivermectina es la más usada en todo el mundo para el tratamiento de parasitosis en ganado doméstico (Ruiz, 2022).

Su espectro de acción es bastante amplio y potente, aún a dosis bajas. Ofrecen la ventaja de que una sola dosis puede permanecer durante mucho tiempo, protegiendo a los animales por tiempos prolongados post-tratamiento. Su administración puede ser PO o a través de vía parenteral, distribuyéndose por todo el organismo, en especial en el tejido adiposo. Una desventaja es que al asociarse con la digestión pueden afectar la absorción; otra, son sus efectos ambientales, al alterar la ecología de las poblaciones de fauna que habitan el estiércol (Vercruysse y Claerebout, 2014b).

2.6.3 Imidazotiazoles (IMZ)

Incluyen al Levamisol y al Tetramisol, aunque el más usado es el primero. Son derivados sintéticos del imidazotiazol, eficaces contra parásitos internos del ganado, especialmente en sus formas larvarias y adultas. Son empleados tanto para el control de NGI, como nematodos pulmonares como *Dictyocaulus filaria* en bovinos (Nowak et al., 2015). Los IMZ son AH de amplio espectro que actúan sobre el sistema nervioso de los parásitos. Pueden administrarse tanto PO como por vía subcutánea (SC) (Vercruysse y Claerebout, 2014c).

2.6.4 Salicinalidas

Estos AH incluyen compuestos derivados nitrados de cuerpos bencénicos como el nitroxidil, y compuestos halogenados como el closantel, niclosamida, oxiclozanida, resorantel y rafoxinida, que pueden administrarse PO y SC (Reyes, 2007). Su espectro es reducido, y generalmente (en especial el closantel) son utilizados contra *H. contortus* de ovinos por su alta afinidad con las proteínas plasmáticas de este nematodo (Anziani y Fiel, 2015)

2.6.5 Derivado del Amino-acetronilo

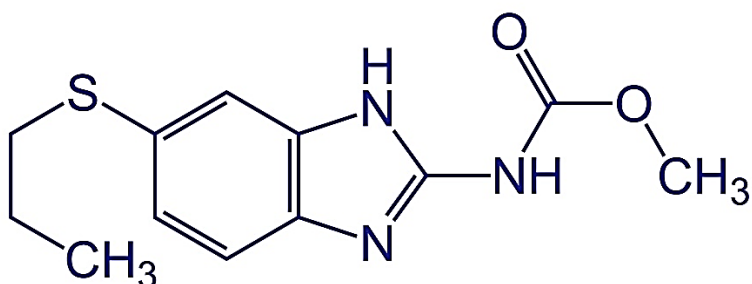
Sólo incluye al Monepantel un AH de amplio espectro, que ha mostrado su eficacia contra NGI en ovinos. Su aplicación es PO. La especie destino son los ovinos, en especial aquellos en los que existe resistencia antihelmíntica a otros

fármacos. Con alta eficacia para larvas (principalmente L4) y adultos de *Haemonchus* spp., *Teladorsagia* spp. *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp., *Nematodirus* spp., *Chabertia ovina* y *Oesophagostomum venulosum* (EC, 2009).

2.7 Albendazol

2.7.1 Características del antihelmíntico

El Albendazol es un carbamato benzimidazólico, cuya fórmula química es $C_{12}H_{15}N_3O_2S$ (FMVZ-UNAM, 2015). En la Figura 3, se muestra su estructura química.



Fuente: Tomada de <https://es.dreamstime.com>

Figura 3. Estructura química del Albendazol

Su metabolito es el sulfóxido de albendazol. Es un AH de amplio espectro, cuya especie destino son los ovinos. Está indicado para el tratamiento de NGI y pulmonares, como ovicida, larvicida y contra formas adultas de los parásitos. De los NGI ha mostrado su eficacia contra *Haemonchus contortus*, *Ostertagia circumcincta*, *Ostertagia trifurcata*, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Cooperia curticei*, *Nematodirus filicollis*, *Chabertia ovina* y *Oesophagostomum venulosum*. Se recomienda no usar de forma reiterada el AH, vigilar cuidadosamente la dosificación, pues la administración de dosis por debajo de las requeridas puede no ser efectivas, así como las altas dosis pueden desencadenar resistencia de los parásitos. De igual forma, es recomendable no administrar durante la gestación y lactancia, por la comprobación de efectos teratógenos. En casos especiales en donde la valoración de un médico veterinario

así lo indique, se recomienda la administración después del primer trimestre de gestación (FMVZ-UNAM, 2015).

2.7.2 Posología y vía de administración

Para NGI, la dosis única recomendada es de 5 mg/kg de peso corporal (PC) (lo que equivale a 2mL/10 Kg PC). Administración PO (Vía oral) (AEMPS, 2017).

2.7.3 Mecanismos de acción

El albendazol, se ubica dentro de los inhibidores de proteínas estructurales (no enzimáticas). Las moléculas de este AH se fijan a los microtúbulos celulares de los parásitos, provocando que el ensamblaje de las tubulinas (proteínas estructurales que forman los microtúbulos) quede bloqueado, inhibiendo los procesos de mitosis y los procesos de polimerización. Debido a que las tubulinas son organelos esenciales para el funcionamiento celular de los parásitos, muchas de sus funciones se ven alteradas, lo que provoca la muerte de los parásitos no-resistentes (Pérez et al., 2009).

2.7.4 Farmacocinética

Una vez administrado PO, el albendazol tiene una absorción relativamente buena, con una biodisponibilidad aproximada de 50%, alcanzando la máxima concentración plasmática 10 horas post-tratamiento. Los procesos de biotransformación y de recirculación se realizan por vía entero-hepática, produciendo como metabolitos sulfona albendazol y sulfóxido de albendazol. Este último, es considerado el metabolito activo, responsable de la actividad a nivel sistémico del AH (CIMA-VET, 2023; Collazo-Preciado et al., 2023).

2.7.5 Farmacodinamia

El albendazol inhibe el metabolismo energético en los parásitos, al actuar tanto en los sistemas enzimáticos, como en la captación de fuentes de energía metabólica. Al afectar la secreción de enzimas digestivas, los procesos digestivos

del parásito se ven interrumpidos, lo que desarrolla inanición. Así mismo, interfiere con la incorporación de glucosa al metabolismo y la secreción de la acetilcolinesterasa, una enzima que regula el sistema nervioso, en particular el anillo periesofágico, provocando problemas de ingesta de alimento en el parásito. La baja disponibilidad de energía necesaria para funcionamiento orgánico, produce agotamiento y debilidad progresiva, que concluye con la muerte del parásito (CIMA VET, 2023).

2.8 Factores a considerar para el uso de antihelmínticos (AH)

Independientemente del antihelmíntico (AH) del que se trate, es necesario considerar los siguientes factores relacionados tanto con los AH, los hospederos, como con los parásitos:

1. La selección y uso de AH a partir de criterios técnicos, serán determinantes para lograr respuestas favorables tanto en el control de las poblaciones de parásitos, como de tipo clínico en los animales tratados (Márquez, 2020).
2. En condiciones ideales, debe seleccionarse el AH con base en los sitios de acción y mecanismos bioquímicos que interfieran en la integridad celular, la coordinación neuromuscular o en sus mecanismos de protección frente a la inmunidad del hospedero (Vercruysse y Claerebout, 2014d).
3. La eficacia de los AH depende de sus propiedades farmacocinéticas intrínsecas, de las características de los ovinos, así como de los parásitos, y en su caso, de la resistencia que éstos hayan desarrollado a ciertos principios activos (Márquez, 2020).
4. La eficacia de los AH, está relacionada con las siguientes características de los ovinos:
 - Raza: En los ovinos existen razas naturalmente resistentes a las parasitosis, de las presentes en México están la Black Belly, Saint Croix y Pelibuey (GET, 2019f; López-Rodríguez et al., 2023).

- Edad: Las cargas parasitarias pueden variar de acuerdo con la edad de los ovinos. Los corderos y juveniles, generalmente con mayor cantidad de NGI, aunque la susceptibilidad aumenta con la edad (López et al., 2013).
- Peso: El peso del animal debe ser una condición indispensable a considerar para administrar las dosis adecuadas del AH, la subdosificación o sobredosificación pueden promover la resistencia de los parásitos a los antihelmínticos (Medina et al., 2014).
- Condición fisiológica: Los animales débiles pueden ser más susceptibles a efectos de los parásitos; los corderos y las hembras gestantes, con sistemas inmunológicos inmaduros o inmunocomprometidos, pueden incrementar su vulnerabilidad ante la acción de los parásitos (Oviedo, 2017).

5. De los factores relacionados con los parásitos, destacan:

- Tipo de ciclo de vida
- Hábitos alimenticios
- Localización en el tracto gastrointestinal
- Desarrollo de resistencia a los AH (Márquez, 2020).

2.9 Resistencia antihelmíntica (RA)

A pesar de la diversidad de AH disponibles para el control de los NGI en los ovinos, las UPO de todo el mundo han venido enfrentando en los últimos años el problema de que muchos de los parásitos han desarrollado la capacidad de resistir los efectos que estos fármacos producen, dando paso al fenómeno conocido como Resistencia Antihelmíntica (RA).

La RA, representa una disminución de la eficacia de los HA debido a que los parásitos son capaces de sobrevivir a las dosis que son suministradas (González et al., 2012). Representa un serio riesgo tanto para la salud humana y animal, el

bienestar de los animales y la seguridad alimentaria, por la pérdida de animales y de sus capacidades productivas (OMSA, 2022).

2.9.1 La RA como problema mundial en la producción ovina

La RA es un problema mundial, en el que se ha observado que existen variaciones a nivel regional, micro-regional y local, tanto por las diferencias geográficas y climatológicas, como por las condiciones particulares en que se realiza la crianza de los ovinos. Un aspecto relevante es que, como proceso, no es estático, sino que su dinamismo hace que esté en constante evolución debido a la combinación de diferentes factores, relacionados tanto con la historia como con la intensidad del uso de AH, y principalmente, por los factores asociados a la gestión de la producción, que están afectando la velocidad de aparición y agudización de la RA (OMSA, 2022).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, entre los principales factores que están determinando la RA a nivel mundial, se encuentran:

1. La RA más común y diseminada es la desarrollada por NGI, principalmente de pequeños rumiantes.
2. Bioquímicamente, existen similitudes en los mecanismos de resistencia que desarrollan diferentes especies de parásitos frente a los mismos AH, lo que sugiere una adaptabilidad genética de éstos, así como, respuestas a presiones de selección que están impulsando los mecanismos de adaptación para desarrollar RA.
3. La prevalencia de parásitos y la prevalencia de RA a determinados AH, varía de forma considerable de un lugar a otro.
4. En muchos casos la ineficacia de los AH no está asociada a RA, sino a la ausencia de buenas prácticas en las dosis administradas.
5. Las especies de parásitos que logran sobrevivir a los tratamientos con AH, contribuyen al fenotipo de RA.

6. La aparición de la RA está determinada en gran medida por características genéticas de las poblaciones de parásitos, asociadas a la heredabilidad (genes involucrados, dominancia y recesividad de genes, determinantes ambientales que favorecen la selección de caracteres, entre otros).
7. Aunque los animales parasitados sean tratados con las dosis adecuadas de acuerdo con la condición del animal (especialmente peso y edad), los parásitos que logran sobrevivir al tratamiento se vuelven resistentes.
8. La evolución de la RA tiene como determinantes el nivel de sobrevivencia de parásitos a tratamientos AH que contribuyen genéticamente a nuevas generaciones, pero también está influenciada por la frecuencia y distribución con la que son administrados los tratamientos, con los niveles de eficacia de los AH ante diferentes especies de parásitos, así como con las características de la biología de los parásitos (fecundidad de los gusanos adultos, prolificidad, tasas de infección larvaria, diversificación de nichos, etc.).
9. La RA de los parásitos puede ser cruzada entre distintos AH, del mismo grupo o grupos diferentes de fármacos.
10. La capacidad adaptativa de los parásitos, varía dependiendo de las especies y de sus hábitos (alimenticios, reproductivos), por lo que la susceptibilidad en unos puede ser elevada, mientras que en otros puede ser reducida propiciando que puedan desarrollar multi-resistencia a diferentes AH (OMSA, 2022).

2.9.2 Factores determinantes en la RA

La RA es un fenómeno de tipo multifactorial, que involucra diferentes aspectos que van desde los ambientales, la gestión de las parasitosis (medidas de prevención, tratamiento y control), las condiciones de bienestar de los animales y rebaños, el estado físico de los ovinos y las capacidades de los parásitos. En términos específicos, pueden señalarse las siguientes:

Gestión de las parasitosis

- Elevada frecuencia de desparasitación: La desparasitación, se torna en una actividad recurrente por parte de los productores sin que medie la asesoría especializada de médicos veterinarios. Ante experiencias previas exitosas, repiten los tratamientos de forma recurrente (Chocobar et al., 2020).
- Uso indiscriminado de AH: Administración sin previo diagnóstico e indicación. Suelen ser frecuentes las dosis inadecuadas (insuficientes o excesivas) proporcionadas por los productores de manera libre, sin la prescripción médica correspondiente (González et al., 2012).
- Administración de AH con desconocimiento de la dosis terapéutica: Las dosificaciones erróneamente formuladas sean propicias para el desarrollo de RA (Guerra et al., 2004).
- Dosificación inadecuada: No considera las recomendaciones del fabricante. Generalmente ocurre por errores en la estimación del peso vivo, del o los animales a tratar (OMSA, 2022).
- Nula rotación de los principios activos: Se emplea de manera reiterada el mismo principio activo lo que favorece la selección de parásitos resistentes, que transmitirán su RA a futuras generaciones (Fissiha and Zemene, 2021).
- Altas poblaciones de parásitos no expuestas a la acción de los AH (refugio) (OMSA, 2022).
- Contaminación de los productos farmacéuticos, por utilización de implementos no estériles y re-envase de los remanentes, lo que modifica la eficacia del AH (Chocobar et al., 2020; OMSA, 2022).
- La eficacia nematicida de los AH, es diferente contra las mismas especies de parásitos (Toro et al., 2014).
- El uso de HA para controlar ciertas especies de parásitos, pueden favorecer la RA en otras (OMSA, 2022).

- Realización de desparasitaciones innecesarias (González et al., 2012).
- Dar el mismo tratamiento a todo el rebaño, sin previo diagnóstico y sin considerar edades y condiciones de los animales (Guerra et al., 2004).
- Manejo inadecuado de pasturas, forrajes y piensos (Chocobar et al., 2020).

Factores atribuibles a los ovinos

- La RA es más frecuente en los ovinos que el ganado bovino, debido a que genética y fisiológicamente los ovinos tienen más problemas para poder regular a los NGI (Toro et. al., 2014).
- En los rebaños en pastoreo, se incrementa la prevalencia de NGI y el uso recurrente de HA tiende a favorecer la RA (Medina et al., 2014).
- Condiciones del sistema inmunitario del animal parasitado (Fissiha and Zemene, 2021).

Factores atribuibles a los parásitos

- Biología y alta adaptabilidad (Toro et al., 2014)
- Heredabilidad de genes de resistencia (Soares et al., 2023)
- Incremento de poblaciones resistentes a los AH (Soares et al., 2023)
- Cambios en los mecanismos de acción parásito-hospedero (Esteban-Ballesteros et al., 2018)

2.9.3 Resistencia antihelmíntica múltiple

La exposición recurrente y prolongada de los parásitos a los AH, no sólo ha propiciado el incremento constante de RA a ciertos principios activos, que han sido probados en búsqueda de obtener mejores resultados de control. El caso de *Haemonchus contortus*, el NGI de mayor prevalencia y el que genera mayores daños en los ovinos, es un claro ejemplo de cómo estos efectos pueden ser potenciados, con la manifestación de resistencia múltiple a diferentes AH.

Ante la ineficacia de AH que convencionalmente mantenían controladas las parasitosis causadas por este parásito, se empezaron a probar otros con diferentes mecanismos, espectros de acción y principios activos, favoreciendo que incrementen sus capacidades de adaptación y diversifique su resistencia. Siguiendo los criterios de la Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria, Holguín-Céspedes y Díaz-Rivera (2023), establecen que, si la reducción en el conteo de huevos de NGI es menor al 95%, esto indica que los parásitos presentan RA.

Al respecto, diversos estudios han mostrado cómo este NGI, presenta multi-RA. Márquez (2003) documenta que en 1979 se reporta la resistencia de *H. contortus* al tiabendazol. En estudios más recientes, Herrera-Manzanilla et al. (2017) realizaron una investigación en siete UPO del trópico mexicano, en los que entre las especies estudiadas incluyeron a *H. contortus*. Evaluaron la eficacia ovicida al bencimidazol (5 mg/kg PV), a la ivermectina (0,2 mg/kg PV) y al Levamisol (7,5 mg/kg PV), encontrando resistencia del 48%, 82% y 88%, respectivamente.

En otro estudio, se probaron tratamientos con Levamisol (8 mg/kg), Fenbendazol (5mg/kg), Closantel (10 mg/kg) y Moxidectina (0.2 mg/kg) contra huevos de *H. contortus*. Los rangos de mortalidad oscilaron entre 67.1 y 80.9% (con la moxidectina), concluyendo que existía RA para todos los fármacos empleados y que, por lo tanto, resultaban ineficaces para el control de este parásito, aun empleándolos de forma combinada (Anziani y Muchiut, 2014).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las parasitosis gastroentéricas provocadas por nematodos durante mucho tiempo han significado un problema importante de salud que disminuye la producción de carne, leche y lana en los ovinos. La introducción del empleo de fármacos antiparasitarios para el control y eliminación de los parásitos fue muy exitosa durante un tiempo; sin embargo, las poblaciones de parásitos resistentes se fueron seleccionando por el uso continuo y generalizado, lo anterior provocó que se empezaran a dar reportes no sólo de resistencia sino de multirresistencia antihelmíntica a diferentes principios activos empleados con tal fin; de esta forma no sólo la falta de control en la venta de estos productos, sino su uso irracional, la falta de rotación de los principios activos con diferente mecanismo de acción han propiciado que los parásitos hayan evolucionado rápidamente evitando el efecto de los productos.

4. JUSTIFICACIÓN

En diferentes reportes a nivel mundial y también en nuestro país se ha mencionado la identificación de resistencia y multirresistencia a ciertos productos antihelmínticos pertenecientes a diferentes familias de fármacos antiparasitarios, por ejemplo los benzimidazoles, de acuerdo a esto es importante conocer la situación en la que se encuentran fármacos como el albendazol y/o el fenbendazol ya que no existen reportes en la región de Amecameca, particularmente en el municipio de Ayapango; el determinar la situación permitirá generar información de utilidad para los productores de ovinos ya que la utilización empírica de fármacos ha propiciado la generación de resistencia antihelmíntica.

5. HIPÓTESIS

La utilización del Albendazol a una dosis de 10 mg/kg de peso corporal por administración oral en ovinos en un sistema de producción extensivo en el municipio de Ayapango, Estado de México, tendrá una moderada eficacia al disminuir en al menos el 95% el número de huevos por gramo de heces a los 14 días post tratamiento, determinando así que ya existe resistencia antihelmíntica a este fármaco.

6. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Diagnosticar la situación de la resistencia antihelmíntica al Albendazol en nematodos gastrointestinales (NGI) de ovinos en un rebaño de un sistema extensivo de producción en el Municipio de Ayapango, Estado de México.

Objetivos específicos:

- Cuantificar la presencia de nematodos gastrointestinales mediante la prueba de McMaster en ovinos de un sistema extensivo en el Municipio de Ayapango, Estado de México.
- Realizar la desparasitación mediante el empleo del albendazol por vía oral a dosis de 10 mg/kg de peso en ovinos de un rebaño en un sistema de producción extensivo en el Municipio de Ayapango, Estado de México.
- Determinar la situación de la resistencia antihelmíntica al albendazol mediante una prueba de campo.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Localización

El estudio sobre la eficacia y resistencia antihelmíntica al Albendazol se llevó a cabo en una unidad de producción pecuaria de ovinos en el Municipio de Ayapango de Gabriel Ramos Millán, en el Suroriente del Estado de México, entre las coordenadas 19°10' de latitud norte y 98°45' de longitud oeste. Se encuentra a una altitud de 2450 msnm. Su clima es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw), con una precipitación pluvial entre los 800 y 900 mm anuales; cuenta con una temperatura promedio de 12.5°C, una máxima de 30°C y una mínima de 7°C, con presencia de heladas durante los meses de noviembre a febrero (García, 1988). El proceso y análisis de las muestras biológicas se efectuó en el Laboratorio Multidisciplinario de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, en el Centro Universitario UAEM Amecameca.

7.2 Manejo de los Animales

Los animales bajo estudio pertenecen a un rebaño con 260 ovinos criollos, principalmente de cruza de razas productoras de carne y lana. Los ovinos se llevan al pastoreo de praderas naturales en zonas comunales durante el día y se encierran en un corral rústico por la tarde y noche en donde se les ofrece agua limpia y fresca y se complementa la alimentación con rastrojo de maíz (*Zea maíz*) en greña o en pacas, así como pacas de avena (*Avena sativa*) y en ocasiones de ebo (*Vicia vellosa*). Las praderas se encuentran contaminadas con larvas infectantes (L3) de NGI.

7.3 Selección de animales para prueba de campo

Se seleccionaron de manera aleatoria 50 ovejas sin importar su edad, estado fisiológico o raza a las que se les identificó con un arete de plástico en la oreja con numeración progresiva del 1 al 50. También al azar se seleccionaron 10 animales para formar 5 tratamientos. Este trabajo forma parte de un proyecto que comprende la revisión de 4 grupos de antihelmínticos y uno de control, para este caso en particular que se describe únicamente se refiere al grupo tratado con Albendazol,

cada borrega representó una unidad experimental. Para el caso de este estudio el grupo I (GI) correspondió al tratamiento testigo al que se le administró un placebo por vía oral (ovejas con arete 1 al 10); el mismo manejo se aplicó al grupo II (GII) al que se le administró por vía oral el antiparasitario albendazol a una dosis de 10 mg/kg⁻¹ PV de acuerdo a lo recomendado por el fabricante (ovejas con arete 41 al 50).

7.4 Determinación de la resistencia antihelmíntica (RA) y eficacia del Albendazol

El tratamiento antihelmíntico se llevó a cabo durante el mes de julio (época de lluvias); cuando se prevé una mayor carga parasitaria en los animales. Los animales fueron pesados para determinar la dosis individual a aplicar por vía oral. Se colectaron muestras de heces del recto el día 0 (día del tratamiento) y a los 14 días posteriores al mismo, se identificaron y conservaron en refrigeración para su traslado al laboratorio en donde se determinó el número de huevos por gramo de heces (HPG) de NGI por medio de la técnica coproparasitoscópica cuantitativa de McMaster (Thienpont et al., 1986).

Para determinar la eficacia (%) del Albendazol, se realizó mediante la diferencia entre los conteos de término (1) e inicio (0) del tratamiento: $(100 - (\text{HPG } 1 / \text{HPG } 0) * 100)$, considerando cada animal como una repetición (González-Garduño et al., 2014).

Para la realización de la prueba de reducción del conteo fecal de huevos de NGI en las heces (PRCFH) para diagnosticar la resistencia antihelmíntica, se siguieron las recomendaciones de la Asociación Mundial para el Avance de Parasitología Veterinaria (WAAVP, siglas del inglés *World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology*) (Coles et al., 1992). Con las cantidades obtenidas de HPG se calculó la media aritmética, el intervalo de confianza al 95% y el porcentaje de reducción acorde a la ecuación siguiente:

$$PHR = 100 \left(1 - \frac{\bar{x}_t}{\bar{x}_c}\right)$$

Donde:

PHR = Porcentaje de reducción del número de huevos de NGL,

$\bar{x}_t$ = Promedio de HPG del grupo tratado (GII),

$\bar{x}_c$ = Promedio del grupo control (GI)

Para la determinación del Intervalo de Confianza (IC 95%), se empleó la fórmula correspondiente a muestras menores a 30 datos:

$$\mu \pm t_{(n-1)} * s / \sqrt{n}$$

Donde:

μ = Media de la muestra

t = Valor de t de Student

$(n-1)$ = Grados de libertad

S = Desviación estándar

$\sqrt{n}$ = Raíz cuadrada del total de datos

8. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio de campo, realizado *in vivo* con ovinos de un sistema de producción extensivo en el Municipio de Ayapango de Gabriel Ramos Millán, mostraron que el antihelmíntico Albendazol presentó una baja eficacia en el control de nematodos gastrointestinales de esta especie pecuaria. A través de la medición de la Prueba de Reducción del Conteo de Huevos (PRCH), siguiendo las recomendaciones de la Asociación Mundial para el Avance de Parasitología Veterinaria (WAAVP) (Coles et al., 1992), se comprobó la existencia de resistencia antihelmíntica al Albendazol.

La selección y conformación de los grupos de estudio, se realizó de forma adecuada tanto para el Grupo Control (GI) tratado con un placebo, como para el Grupo Experimental (GII) al que se le administró Albendazol a la dosis recomendada por el fabricante ($10 \text{ mg/kg}^{-1} \text{ PC}$).

En el inicio del estudio (Día 0- Aplicación del tratamiento), los animales fueron debidamente identificados utilizando aretes rojos de plástico numerados, correspondiendo los aretes 1-10 a GI y del 41-50 para GII. Para determinar la dosis correcta, los ovinos de GII fueron pesados previamente, administrando el antihelmíntico de acuerdo con el peso de cada animal, por vía oral.

La primera toma de muestras fecales se realizó el Día 0 y la segunda, a los 14 días (Día 14-Post-tratamiento). En el procesamiento de muestras, se cuantificó el total de huevos en 0.3 mL, el total de huevos en 100 mL y el número de huevos de NGI en 1 gr de heces, éste último valor fue el considerado para el tratamiento de los datos a través de las fórmulas que fueron aplicadas. En el Cuadro 6, se presentan los resultados obtenidos en el procesamiento de las muestras del Día 0.

Cuadro 6. Conteo de huevos en las muestras fecales tomadas en el Día 0 en el Grupo Testigo (GI) y Grupo Experimental (GII) en ovinos de un sistema extensivo de Ayapango, Estado de México

GRUPO	NO. DE ANIMAL	TOTAL DE HUEVOS EN 0.3 mL	TOTAL DE HUEVOS EN 100 mL	HUEVOS NGI EN 1 gr DE HECES
TESTIGO (GI) (PLACEBO)	1	3	1000	500
	2	3	1000	500
	3	0	0	0
	4	7	2333	1167
	5	11	3667	1833
	6	24	8000	4000
	7	30	10000	5000
	8	2	667	333
	9	0	0	0
	10	1	333	167
			PROMEDIO	1350
EXPERIMENTAL (GII) (ALBENDAZOL 10 mg/kg PV)	41	15	5000	2500
	42	43	14333	7167
	43	0	0	0
	44	8	2667	1333
	45	20	6667	3333
	46	1	333	167
	47	15	5000	2500
	48	59	19667	9833
	49	20	6667	3333
	50	10	3333	1667
			PROMEDIO	3183

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos en el estudio

De acuerdo con estos resultados, en las muestras del Día 0 se identificaron dos animales (aretes 3 y 9) de GI y uno de GII (arete 43), los cuales no presentaron huevos de NGI en las muestras colectadas. El 3 (GI) y el 43 (GII) mantuvieron esta condición en el muestreo del Día 14, como se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Conteo de huevos en las muestras fecales tomadas en el Día 14 en el Grupo Testigo (GI) y Grupo Experimental (GII) en ovinos de un sistema extensivo de Ayapango, Estado de México

GRUPO	NO. DE ANIMAL	TOTAL DE HUEVOS EN 0.3 mL	TOTAL DE HUEVOS EN 100 mL	HUEVOS NGI EN 1 gr DE HECES
TESTIGO (GI) (PLACEBO)	1	40	13333	6667
	2	2	667	333
	3	0	0	0
	4	14	4667	2333
	5	17	5667	2833
	6	34	11333	5667
	7	24	8000	4000
	8	9	3000	1500
	9	74	24667	12333
	10	3	1000	500
			PROMEDIO	3616.6
EXPERIMENTAL (GII) (ALBENDAZOL 10 mg/kg PV)	41	7	2333	1167
	42	1	333	167
	43	0	0	0
	44	3	1000	500
	45	8	2667	1333
	46	0	0	0
	47	1	333	167
	48	9	3000	1500
	49	5	1667	833
	50	2	667	333
			PROMEDIO	600

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos en el estudio

Con base en los valores promedio, entre el Día 0 y el Día 14, en el GI (Testigo) el porcentaje de huevos en las heces aumentó en un 167.9%, en tanto que en GII (Tratamiento con Albendazol) hubo una reducción del 81.14%, aunque el nivel de eficacia alcanzado no fue el esperado.

Considerando a cada animal como repetición, para determinar el porcentaje de eficacia del Albendazol, se calculó la diferencia entre los conteos de huevos de NGI en 1 gr de heces, en el momento de la aplicación del tratamiento (HPG 0) y a

los 14 días post-tratamiento (HPG 1), mediante la fórmula $(100 - (\text{HPG 1} / \text{HPG 0}) * 100)$ (González-Garduño et al., 2014), los resultados individuales y promedio, se presentan en el Cuadro 8. De acuerdo con esta metodología, la eficacia promedio del Albendazol fue de 79.89%.

Cuadro 8. Eficacia del Albendazol en el conteo de huevos de NGI a los 14 días post-tratamiento en un rebaño ovino de Ayapango, Estado de México

No. Animal	(HPG 0) Día 0	(HPG 1) Día 14	Eficacia (%)
41	2500	1167	53.32
42	7167	167	97.67
43	0	0	0.00
44	1333	500	62.49
45	1333	1333	0.00
46	167	0	100.00
47	2500	167	93.32
48	9833	1500	84.75
49	3333	833	75.01
50	1667	333	80.02
PROMEDIO	2983.3	600	79.89

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos en el estudio

Por otra parte, para diagnosticar la resistencia antihelmíntica con base en la Prueba de Reducción del Conteo Fecal de Huevos de NGI en las Heces (PRCFH), de acuerdo con las recomendaciones de la Asociación Mundial para el Avance de Parasitología Veterinaria (WAAVP) (Coles et al., 1992), se obtuvo lo siguiente:

$$PHR = 100 \left(1 - \frac{\bar{x}_t}{x_c} \right)$$

$$PHR = 100 \left(1 - \frac{600}{3616.6} \right)$$

$$PHR = 100 (1 - 0.166)$$

$$PHR = 100 (0.834)$$

$$**PHR = 83.40\%**$$

Respecto al Intervalo de Confianza (IC 95%), los valores considerados fueron los siguientes:

$$\mu=600$$

$$\text{Valor de } t \text{ (para 9 grados de libertad)} = 2.26$$

$$S= 567.6$$

$$\sqrt{n}= 3.2$$

$$\text{Error estándar}=567.2/3.2=177.375$$

$$\text{Margen de error}= 2.26*177.375= 400.8675$$

Con base en este resultado, el $L_{inf-IC_{95\%}}$ fue de 199.13 y el $L_{sup-IC_{95\%}}$ de 1000.87.

9. DISCUSIÓN

En la presente investigación se planteó como hipótesis que la utilización del Albendazol a una dosis de 10 mg/kg de peso corporal por administración oral en ovinos en un sistema de producción extensivo en el municipio de Ayapango, Estado de México, tendría una moderada eficacia al disminuir en al menos el 95% el número de huevos por gramo de heces a los 14 días post tratamiento, determinando así que ya existe resistencia antihelmíntica a este fármaco. De acuerdo con Coles et al. (1992) se considera que existe resistencia antihelmíntica cuando el porcentaje de reducción en el conteo de huevos de NGI es menor de 95% y si el límite inferior ($L_{inf-IC_{95\%}}$) del Intervalo de Confianza ($\alpha=5\%$) es menor del 90%. Si sólo una de estas condiciones se cumple, entonces se determina que existe sospecha de una posible resistencia.

En el presente estudio *in vivo* se determinó que el tratamiento con Albendazol, (10 mg/kg⁻¹ PC, de acuerdo con las indicaciones del fabricante), empleando la metodología propuesta por González-Garduño et al. (2014) alcanzó una eficacia promedio de reducción de 79.89% ($\mu=600$).

Para diagnosticar la resistencia antihelmíntica, se obtuvo un valor de 83.40% con la metodología recomendada por la WAAVP para el cálculo de la PRCFH (Prueba de Reducción del Conteo Fecal de Huevos de NGI en las Heces). Con base en los resultados obtenidos, se determinó un $L_{inf-IC_{95\%}}$ de 199.13. Tomando como valor de referencia $\mu=600$, el valor porcentual del $L_{inf-IC_{95\%}}$ fue de 33.19%. Debido a que se cumplen ambas condiciones señaladas por Coles et al. (1992), se determinó que en los ovinos del Municipio de Ayapango, integrados al estudio tratados con Albendazol existe resistencia a este antihelmíntico.

En México, el primer caso de resistencia antihelmíntica reportó una cepa de NGI, específicamente de *Haemonchus contortus*, en un rebaño ovino de Hueytamalco, Puebla, que resultó ser resistente al Albendazol (Campos et al., 1990).

Distintas publicaciones en las que se ha empleado Albendazol para el control parasitario, en general reportan eficacias menores del 95%. Esto se debe en gran medida a los efectos y características del antihelmíntico en comparación con otros, pero en particular a que tradicionalmente de forma rutinaria desde principios de los años 60's, para el tratamiento de las parasitosis en ovinos, se utiliza con alta frecuencia los Benzimidazoles en los que se incluye al Albendazol, Fenbendazol y Oxibendazol, propiciando que la resistencia antihelmíntica hoy en día aparezca como un fenómeno generacional que se traduce en una disminución de la eficacia del fármaco, aunque se utilicen concentraciones en las que con anterioridad se tenía un buen efecto en el control de los parásitos de una población (López-Rodríguez et al., 2023).

En investigaciones en las que se compara la eficacia del Albendazol con otros antihelmínticos se han encontrado diferencias. Entre otros, puede citarse el estudio realizado con ovinos mestizos predominantemente BBN x West African, en la isla de Trinidad y Tobago, en el que a través del método FECRT (*Fecal Egg Count Reduction Test*), se comparó la eficacia del Albendazol (7.5 mg/kg, vía oral) con la Doramectina (1 mg/50 kg, inyectable, vía IM) a los 13 días post-tratamiento. La eficacia del Albendazol fue del 32.7% y de la Doramectina del 100% (Morales y Pino, 2001). Por otra parte, en una investigación *in vivo* realizada en Belice, con ovinos Dorper y Blackbelly, se comparó la eficacia de tres antihelmínticos: Albendazol (5mg/kg PC), Levamisol (1 mL/30mg) e Ivermectina (0.2 mg/kg PC), en la reducción del número de huevos de nematodos contenidos en las heces (FECRT). A los 15 días post-tratamiento, se determinó que la menor eficacia correspondió al Albendazol con 95.7%, seguida por la Ivermectina (96.8%) y el Levamisol (99.5%) (Ton, 2008). Finalmente, Cañate et al. (2020), realizaron un estudio en granjas ovinas en Valledupar, Colombia, determinaron una eficacia para el Albendazol del 65% ($L_{inf}-IC_{95\%}= 70\%$), para el Fenbendazol de 44% ($L_{inf}-IC_{95\%}= 60\%$) y para el Levamisol del 84% ($L_{inf}-IC_{95\%}= 86\%$).

En otras investigaciones, se han probado diferentes dosis del Albendazol, como en el realizado por Holzmann y Quevedo (2012) con ovinos de la raza

Corriedale en Uruguay, quienes evaluaron la eficacia en la reducción del conteo de huevos por gramo de heces a los 13 días post-tratamiento. Las dosis empleadas de Albendazol fueron 5 mg/kg, 15mg/kg y 30 mg/kg, las cuales mostraron una eficacia de 26%, 67% y 83%, respectivamente.

La eficacia del Albendazol obtenida en este estudio (79.89%), es superior a la reportada en diferentes publicaciones. Entre éstas se encuentra la realizada por Rimbaud et al. (2006) con ovinos Pelibuey de Nicaragua, que reportan una eficacia del 69.22%. Así mismo, a la obtenida por González-Garduño et al. (2014) quienes utilizaron la misma dosis recomendada por el fabricante que la del estudio, en ovejas de pelo, cruza Katahdin x Pelibuey, obteniendo una eficacia del 64%. En un estudio comparativo realizado por González et al. (2012) en época de lluvias y época de secas en la Región Sierra de Tabasco y Norte de Chiapas, en la que se empleó la misma dosis y metodología WAAVP, la eficacia promedio en lluvias fue de 53.2% y en secas de 50.8%. Por su parte, Alcalá-Canto et al. (2016) realizaron un estudio comparativo en rebaños ovinos del Estado de México, Puebla y Morelos en época de lluvias, determinando una eficacia para el Albendazol de 57.19% a los 14 días y de 57.12% a los 21 días.

En contraste, la eficacia obtenida en el estudio resultó ser menor a la reportada en la investigación realizada por Maroto (2009) realizada en Costa Rica en rebaños de ovinos Pelibuey, Barbados x Katahdin, Texel y Dorper, con una dosis de Albendazol de 4.75 mg/kg PV, obteniendo una eficacia de 86.7%. También es inferior a la reportada por Mondragón-Ancelmo et al. (2019) con ovinos del Estado de México, en la que emplearon la misma dosis que la del presente estudio (10 mg/kg PC), obteniendo una eficacia para el Albendazol de 83%. Así mismo, a la obtenida por Ton (2008) que reporta una eficacia del 95.7%, empleando una dosis de Albendazol equivalente al 50% de la empleada en este estudio (5 mg/kg PC). Al respecto, Olazarán et al. (2019) realizaron una investigación con ovinos en rebaños de diferentes localidades de Puebla, empleando una dosis de 5 mg/kg PC, evaluando la eficacia del tratamiento a los 14 días post-tratamiento, identificando variaciones en cada localidad. La mayor eficacia (superior a la obtenida en este

estudio) correspondió a los rebaños de Tehuacán con 98% ($L_{inf}-IC_{95\%}= 100\%$), en tanto que en las otras dos localidades (ambas con porcentajes menores a las del presente estudio) obtuvieron una eficacia de 56% ($L_{inf}-IC_{95\%}= 81\%$) para Teziutlán y de 47% ($L_{inf}-IC_{95\%}= 85\%$) para Zacatlán, atribuyendo las diferencias a cambios en las condiciones climáticas (temperatura y humedad).

Las diferencias en los resultados de la eficacia de los antihelmínticos empleados en el tratamiento de las parasitosis en los ovinos, puede estar influenciada por muchos factores relacionados con el propio fármaco, el hospedero y el entorno. Las variables asociadas al fármaco incluyen: calidad y formulación del antihelmíntico, presentación farmacéutica, mecanismo de acción, dosis y vía de administración, así como el ADME (Absorción, Distribución, Metabolismo y Excreción) (Vercruysse y Claerebout, 2014d). Los factores relacionados con el hospedero, comprenden características específicas del animal parasitado, como la especie y raza del animal, edad, estado general de salud, nutrición, y estado fisiológico, principalmente (Márquez, 2007). Finalmente, dentro de las variables relacionadas con el entorno incluyen condiciones como infecciones previas, carga parasitaria (grado de infestación) al momento de administrar el tratamiento, condiciones ambientales (integran tanto variables climáticas como la temperatura y humedad ambiental), disponibilidad de alimentos y las prácticas de manejo del rebaño (calidad y cantidad de alimento, control de parásitos, manejo sanitario, calidad de las instalaciones, control térmico, limpieza y desinfección de las instalaciones, entre otros) (Capdevila et al., 2015; Arece-García, 2018; FDA, 2024).

De todas estas variables que pueden influir en la eficacia del antihelmíntico, en el estudio realizado las variables independientes incluyen las prácticas de manejo, pertenencia al mismo rebaño, empleo del Albendazol con antihelmíntico y la dosis y vía de administración (10 mg/kg PC, vía oral). Por lo tanto, las variaciones en los resultados de eficacia individual obtenidos en este estudio, están asociados a variables como sexo, edad, condición fisiológica y carga parasitaria de los ovinos incluidos en el estudio.

En el Cuadro 7, puede observarse que la carga parasitaria es diferente en cada una de las unidades de estudio (ovinos). De acuerdo con Pérez-Bautista et al., (2021), a mayor carga parasitaria, el número de huevos por gramo de heces, será mayor. El grupo tratado con Albendazol (GII) incluyó un ovino (animal con arete 43) en el que no fueron identificados huevos de parásitos; para el resto de los ovinos los valores varían en un rango que va desde un HPG0=167 (arete 46) a 9,833 (arete 48). Con base en lo señalado por Sabatini et al. (2023) un HPG > 500 (200 en Europa) implica una alta probabilidad de una carga parasitaria importante, por lo que con base en los valores individuales y promedio (2,983.3) obtenidos en el estudio, es posible considerar que la carga parasitaria del rebaño es elevada.

En términos de eficacia del tratamiento con Albendazol, (sin considerar al ovino 43), cuatro valores se encuentran por debajo de la media y cinco por encima de ésta. De los resultados obtenidos es posible destacar lo siguiente: El animal que registró un menor valor de HPG0 (167) alcanzó una eficacia del 100%, lo que permitiría inferir que, en animales con una menor carga parasitaria, la eficacia del antihelmíntico es mayor. Sin embargo, se considera que no se pueden hacer generalizaciones ya que, si se contrastan los resultados obtenidos con los animales marcados con los aretes 44 y 45, se observa que ambos registran un conteo HPG0 de 1,333, pero con una eficacia diferente de 62.49% y 0%, respectivamente. Lo mismo sucede con los animales con aretes 41 y 47, ambos con una HPG0 de 2,500 en los que se obtuvo una eficacia de 53.32% y 93.32%, respectivamente.

En términos porcentuales, (sin considerar al ovino 43), de los nueve ovinos restantes 7:9 presentan una eficacia al tratamiento menor del 95% lo que indica que, con base en los resultados obtenidos, el 77.8% de los ovinos tratados reportó resistencia antihelmíntica al Albendazol. Este valor es muy cercano a la eficacia promedio obtenida a través de la metodología de González-Garduño et al. (2014) de 79.9%. De acuerdo con Salomon et al. (2024), se considera que la eficacia de un antihelmíntico es moderada cuando ésta alcanza valores ente 50-94%.

10. CONCLUSIÓN

El tratamiento con Albendazol empleado en el presente estudio, de acuerdo con la dosis recomendada por el fabricante de 10 mg/kg PC, redujo en 81.1% el conteo de HPG inicial y final, pasando de 3,183 a 600. En este periodo, el conteo de HPG aumentó en el Grupo Testigo (GI) al que se le administró un placebo de 1,350 a 3,617 (167.9%). El cálculo del porcentaje de eficacia por diferencia de conteos inicial y final fue 78.9%, ubicándolo en un rango de moderada eficacia para el control de los NGI que afectan a los ovinos del sistema de producción extensivo del Municipio de Ayapango integrados en el estudio.

Para diagnosticar la presencia de resistencia antihelmíntica, del cálculo de la PRCFH (Prueba de Reducción del Conteo Fecal de Huevos de NGI en las Heces), se obtuvo un valor 83.40% con un L_{inf} -IC_{95%} de 33.19%, lo que lleva a descartar la hipótesis planteada de disminuir al menos en un 95% el número de huevos por gramo de heces a los 14 días post-tratamiento. El valor del PRCFH y el valor de L_{inf} -IC_{95%} al ser menores al 95% y 90%, respectivamente, llevan a concluir la presencia de resistencia antihelmíntica al Albendazol.

11. REFERENCIAS

- AEMPS (2017). *Ficha técnica. Albendazol 25mg/ml*. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. <https://botplusweb.farmaceuticos.com/documentos/2017/3/9/111848.pdf>
- Alcalá-Canto, Y., Ocampo, C. L., Sumano, L. H., Gutiérrez, O. L., and Tapia, P. G. (2016). Anthelmintic resistance status of gastrointestinal nematodes of sheep to the single or combined administration of benzimidazoles and closantel in three localities in Mexico. *Veterinaria México OA*, 3(4),2-11. <https://doi.org/10.21753/vmoa.3.4.374>
- Anziani, O. S. y Fiel, C. A. (2015). Resistencia a los antihelmínticos en nematodos que parasitan a los rumiantes en la Argentina. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 41(1), 34-46. <https://www.redalyc.org/pdf/864/86436966008.pdf>
- Anziani, O. S. y Muchiut (2014). Resistencia antihelmíntica múltiple (closantel, febendazol, ivermectina y levamisol) en *Haemonchus* spp. parasitando ovinos en la provincia de Santa Fe. Ineficacia de una triple combinación de estas drogas para su control. *Revista de Medicina Veterinaria* (Buenos Aires), 95, 23-27. https://www.veterinariargentina.com/files/inacion-de-estas-dro_igtyutvhurx3k43suhj7i6/
- Arce-Recinos, C., Chay-Canul, A.J., Alarcón-Zúñiga, B., Ramos-Juárez, J.A., Vargas-Villamil, L.M., Aranda-Ibáñez, E.M., Sánchez-Villegas, N. del C. y López, Días-da Costa, R. (2021). Índices de eficiencia alimenticia en ovinos de pelo: calidad de la carne y genes asociados. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(2), 523-552. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5642>
- Arece-García, J., López-Leyva, Y., González-Garduño, R., Luck, M. R. y Carballo-Silverio, L. C. (2018). Evaluación de un sistema de tratamientos antiparasitarios selectivos en ovejas Pelibuey durante la cubrición y

- gestación. *Pastos y Forrajes*, 41(4), 281-286. <https://www.redalyc.org/journal/2691/269158220007/html/>
- Arteaga, C. J. D. (2012). Diagnóstico actual de la situación de los ovinos en México. *La revista del Borrego. Boletín Borrego No. 8*. <http://www.borrego.com.mx/archivo/n46/f46diagnostico.php>
- Bath, A. H., Tak, H., Malik, I.M., Ganai, B. A. and Zehbi, N. (2023). Trichostrongylosis: a zoonotic disease of small ruminants. *Journal of Helminthology*, 97, e26, 1-11. <https://doi.org/10.1017/S0022149X2300007X>
- Bautista, G. C. R. y Aguilar, M. L. (2022). Generalidades de las infecciones parasitarias por nematodos gastrointestinales (NGI) en ovinos y alternativas de control [En] García, R. V. G. (Comp.). *Potencialidades de la ovinocultura y los hongos comestibles (Pleurotus spp.) en la seguridad alimentaria y el desarrollo rural* (p.p. 329-337). Laberinto Ediciones, México.
- Campos, R. R., Herrera, R. D., Quiroz, R. H. y Olazarán, J. S. (1990). Resistencia de *Haemonchus contortus* a los bencimidazoles en ovinos de México. *Técnica Pecuaria en México (Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias)*, 28: 30-34, 1990. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/3544/2964>
- Cañate, G. A. S., Herrera, D. P., Villalba, E. L. y Hoz, D. (2020). Efecto de antiparasitarios de uso común en granjas ovinas ubicadas en Valledupar, Cesar. *Revista de Investigaciones Andina*, 40(22), 185-194. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=239075120012>
- Capdevila, K. G., Raes, M., Tolosa, P. A. F. y Grajales, L. H. A. (2015). *Manual de manejo del rebaño ovino*. CIDTEO: Centro de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Extensión Ovina, Universidad Nacional de Bogotá. https://www.researchgate.net/publication/362684084_Manual_de_manejo_de_Rebano_Ovino-CIDTEO
- CEVA (18 de febrero de 2022). *Ovejas Suffolk, una raza que destaca por su prolificidad y rápido crecimiento*. Equipo CEVA Salud Animal.

<https://ruminants.ceva.pro/es/ovejas-suffolk-una-raza-que-destaca-por-su-prolificidad-y-rapido-crecimiento#:~:text=Las%20ovejas%20Suffolk%20se%20diferencian,sus%20pezu%C3%B1as%20resistentes%20y%20fuertes.>

CEVA (9 de agosto de 2023). *La estabulación en rumiantes como sistema de producción*. Equipo CEVA Salud Animal. <https://ruminants.ceva.pro/es/la-estabulacion-en-rumiantes-como-sistema-de-produccion#:~:text=Para%20el%20ganado%20estabulado%2C%20se,mueven%20libremente%20por%20los%20corrales.>

Chávez-Espinoza, M., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H. y Montañez-Valdez, O. D. (2022). Sistemas de producción de pequeños rumiantes en México y su efecto en la sostenibilidad productiva. *Revista MVZ Córdoba*, 27(1), e2246. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2246>

Chocobar, M. L. E., Diambra, P., Terán, A. M. R., Bustos, M. J. Prado, J. M., González, M. C., Fernández, J. L., Salinas, C., Solaligue, P. B. V. y Rosas, R. J. (2020). Determinación de la eficacia de antihelmínticos para el tratamiento de la gastroenteritis verminosa en caprinos de la provincia de Tucumán. *FAVE-Sección Ciencias Veterinarias*, 19, 69-73. <https://doi.org/10.14409/favecv.v19i2.9775>

CIMAVET (septiembre de 2023). Albendazol. Resumen de características del medicamento. https://cimavet.aemps.es/cimavet/pdfs/es/ft/440+ESP/FT_440+ESP.pdf

Coles, G. C., Bauer, C., Borgsteede, F. H., Geerts, S., Klei, T. R., Taylor, M.A. and Waller, P. J. (1992). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology* 44(1-2), 35-44. [http://doi.org/10.1016/0304-4017\(92\)90141-u.](http://doi.org/10.1016/0304-4017(92)90141-u)

Collazo-Preciado, G., López-Rodríguez, A., Pineda-Lucatero, J., López-Rodríguez, L. A., y Macedo-Barragán, R. (2023). Eficacia de la ivermectina y del

- albendazol sulfóxido para el control de nematodos gastrointestinales en ovejas Pelibuey. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(21), e23533. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v34i2.23533>
- CONABIO (2015). *Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México*. Comisión Nacional de Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/especies/Invasoras/files/Instrutivo_MERI_2020.pdf
- COPLADEM (2023). *Regiones y Municipios. Dictamen Regional*. Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México. https://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios
- Data México (2024). Trabajadores en la cría de caprinos y ovinos. Ocupación (6124)-2024-T3. [https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/occupation/trabajadores-en-la-cria-de-caprinos-y-ovinos#:~:text=Evoluci%C3%B3n%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20ocupada%20y%20salarios,-%23permalink%20to%20section&text=En%20el%20tercer%20trimestre%20de,de%202024%20\(93.3k\)](https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/occupation/trabajadores-en-la-cria-de-caprinos-y-ovinos#:~:text=Evoluci%C3%B3n%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20ocupada%20y%20salarios,-%23permalink%20to%20section&text=En%20el%20tercer%20trimestre%20de,de%202024%20(93.3k)).
- Delgado, P. N. (2017). Importancia económica, ambiental y social de la producción ovina en el área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca. *Tesis de Maestría en Agroindustria Rural, Desarrollo Territorial y Turismo Agroalimentario*, Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/67635>
- Demeler, J., Schein, E., and von Samson-Himmelstjerna, G. (2012). Advances in laboratory diagnosis of parasitic infections of sheep. *Veterinary Parasitology*, 189(1), 52-64, <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.03.032>
- Duarte, E. R., Silva, R. B., Vasconcelos, V. O., Nogueira, F. A. y Oliveira, N. J. F. (2012). Diagnóstico do controle e perfil de sensibilidade de nematódeos de ovinos ao albendazol e ao levamisol no norte de Minas Gerais. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 2, 147-152. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000200010>

- EC (2009). ZOLVIX, INN-Monepantel. *Ficha técnica*. European Commission https://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2011/20110819_108130/anx_108130_es.pdf
- Esteban-Ballesteros, M., Rojo-Vázquez, F. A., y Martínez-Valladares, M. (2018). Factores que favorecen el desarrollo de la resistencia a los antihelmínticos en el ganado ovino. *Albéitar*, 217, 4-5. <https://www.portalveterinaria.com/pdfjs/web/viewer.php?file=%2Fupload%2Ffriviste%2Falbeitar217.pdf>
- FDA (2024). Se necesitan nuevos antiparasitarios para las ovejas y cabras. U.S. Food & Drug Administration. <https://www.fda.gov/animal-veterinary/safety-health/se-necesitan-nuevos-medicamentos-antiparasitarios-para-las-ovejas-y-cabras>
- Figuroa, C. J. A., Méndez, M. R. D., Berruecos, V. J. M. y Álvarez, L. J. A. (2000). Detección de resistencia de *Haemonchus contortus* al sulfóxido de albendazol inyectado mediante la prueba de campo de reducción de huevos en ganado ovino. *Veterinaria México OA*, 31(4), 309-313. <https://doi.org/10.21753/vmoa.31.4.26>
- Fissiha, W. and Zemene, K. M. (2021). Anthelmintic Resistance and Its Mechanism: A Review. *Infection and Drug Resistance*, 14, 5403–5410. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8687516/pdf/idr-14-5403.pdf>
- FMVZ-UNAM (2015). *Albendazol*. http://www.facmed.unam.mx/bmd/gi_2k8/prods/PRODS/Albendazol.htm
- GA (23 de enero de 2020). *Raza ovina Corriedale*. Gestión Agroganadera. <https://gestionagroganadera.com/raza-ovina-corriedale/>
- García, E. (1988). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México: Instituto de Geografía, UNAM.
- García, C. Y., Sánchez, C. J., Díaz, F. A., Arenal, C. A., Buzatti, A. y Beltrão, M. M. (2016). Evaluación de la actividad del Albendazol y el Tirclabendazol en

rebaños infectados por *Fasciola hepatica*. *Revista de Producción Animal*, 28(1), 44-47. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v28n1/rpa08116.pdf>

García-Rubio, V.G. y Ojeda-Carrasco, J.J. (2024). Hemoncosis: La parasitosis de mayor prevalencia en el ganado ovino. *Albéitar Publicación para especialistas en rumiantes (España)*, 267, 20-25. https://www.portalveterinaria.com/pdfjs/web/viewer.php?file=%2Fupload%2Ffriviste%2FAlbeitar267_MR.pdf

GET (2019a). *Hampshire*. Gobierno del Estado de Tamaulipas. <https://www.tamaulipas.gob.mx/campo/wp-content/uploads/sites/40/2019/10/Hampshire-1.pdf>

GET (2019b). *Dorper*. Gobierno del Estado de Tamaulipas. <https://www.tamaulipas.gob.mx/campo/wp-content/uploads/sites/40/2019/10/dorper.pdf>

GET (2019c). *Pelibuey*. Gobierno del Estado de Tamaulipas. <https://www.tamaulipas.gob.mx/campo/wp-content/uploads/sites/40/2019/10/Pelibuey.pdf>

GET (2019d). *Dorset*. Gobierno del Estado de Tamaulipas. <https://www.tamaulipas.gob.mx/campo/wp-content/uploads/sites/40/2019/10/dorset.pdf>

GET (2019e). *Rambouillet*. Gobierno del Estado de Tamaulipas. <https://www.tamaulipas.gob.mx/campo/wp-content/uploads/sites/40/2019/10/rambouillet.pdf>

GET (2019f). *Black Belly*. Gobierno del Estado de Tamaulipas. <https://www.tamaulipas.gob.mx/campo/wp-content/uploads/sites/40/2019/10/black-belly.pdf>

GET (2019g). *Romney Marsh*. Gobierno del Estado de Tamaulipas. <https://www.tamaulipas.gob.mx/campo/wp-content/uploads/sites/40/2019/10/romney-marsh.pdf>

González, G. R., Torres, H. G., López, A. M. E. y Mendoza, de G. P. (2012). Resistencia antihelmíntica de nematodos parásitos en ovinos. *Revista de*

Geografía Agrícola, 2012(48-49), 63-74. <https://www.redalyc.org/pdf/757/75730739005.pdf>

González-Garduño, R., López-Arellano, M.E., Ojeda-Robertos, N., Liébano-Hernández, E., y Mendoza-de Gives, P. (2014). Diagnóstico *in vitro* y en campo de resistencia antihelmíntica en nematodos gastrointestinales de pequeños rumiantes. *Archivos de Medicina Veterinaria* (Valdivia), 46(3), 399-405. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2014000300008>

Guerra, L. Y., Mencho, P. J. D., Vázquez, F. A., Valle, P. Y., Marín, L. E. y Silva, G. N. (2004). Principales causas que propician la aparición de resistencia antihelmíntica en unidades de explotación ovina. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(4), 14-20. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612647011.pdf>

Habela, M., Sevilla, R. G., Corchero, E., Fruto, J. M. y Peña, J. (2002). Nematodosis gastrointestinales en ovino. *Mundo Ganadero*, 145, 50-55. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_mg/mg_2002_145_50_55.pdf

Herrera-Manzanilla, F. A., Ojeda-Robertos, N. F., González-Garduño, R., Cámara-Sarmiento, R. and Torres-Acosta, J. F. J. (2017). Gastrointestinal nematode populations with multiple anthelmintic resistance in sheep farms from the hot humid tropics of Mexico. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports* 9:29-33. <http://doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.04.007>

Holguín-Céspedes, G. K. y Díaz-Rivera, E. (2023). Resistencia antihelmíntica en granjas ovinas del valle cálido del Alto Magdalena-Tolima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(1), e24591. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.24591>

Holzmann, E. E. M. y Quevedo, P. M. (2012). Bencimidazoles: Evaluación de la potencia y dosis en el control antihelmíntico de nematodos gastrointestinales en ovinos. *Tesis de Doctorado*, Universidad de la

- República de Uruguay. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/19845/1/FV-29625.pdf>
- INEGI (2023). *Censo Agropecuario 2022. Resultados definitivos*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ca/2022/doc/ca2022_rdNAL.pdf
- Laínez, A. M. (4 de diciembre de 2018). *La economía circular en las explotaciones de ovino: eficiencia y sostenibilidad*. Interempresas, Artículo 293347. <https://www.interempresas.net/ovino/Articulos/293347-La-economia-circular-en-las-explotaciones-de-ovino-eficiencia-y-sostenibilidad.html>
- López, R. O. A., González, G. R., Osorio, A. M. M., Aranda, I. E. y Díaz, R. P. (2013). Cargas y especies prevalentes de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo destinados al abasto. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(2), 223-234. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265627559008>
- López-Rodríguez, G., Zaragoza-Bastida, A., Olmedo-Juárez, A., Rosenfeld, M. C. y Rivero-Pérez, N. (2023). Nematodos gastrointestinales en ovinos y su resistencia antihelmíntica. Un tema en discusión de México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 10(2), 116-129. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100200116>
- Maroto, C. R. (2009). Evaluación de la resistencia antihelmíntica de nematodos gastrointestinales en ovinos de Costa Rica. *Tesis de Licenciatura*, Universidad Nacional de Costa Rica. <https://repositorio.una.ac.cr/server/api/core/bitstreams/bfa60420-14be-4855-b3a0-400bb50fd381/content>
- Márquez, L. D. (2003). Resistencia a los antihelmínticos: origen, desarrollo y control. *Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(1), 55-71. <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449953024008.pdf>
- Márquez, L. D. (2007). *Resistencia a los antihelmínticos en nematodos de rumiantes y estrategias para su control*. Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/15457/43446_54911.pdf

- Márquez, L. D. (13 de enero de 2020). *Los antihelmínticos como alternativa química de control de los nematodos gastrointestinales en rumiantes*. Engormix. https://www.engormix.com/ganaderia/parasitos-ganado-carne/los-antihelminticos-como-alternativa_a44530/
- Medina, P., Guevara, F., La O, M., Ojeda, N. y Reyes, E. (2014). Resistencia antihelmíntica en ovinos: Una revisión de informes del sureste de México y alternativas disponibles para el control de nematodos gastrointestinales. *Pastos y Forrajes*, 37(3), 257-263. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v37n3/pyf01314.pdf>
- Mondragón-Ancelmo, J., Olmedo-Juárez, A., Reyes-Guerrero, D. E., Ramírez-Vargas, G., Ariza-Román, A. E., López-Arellano, M.E., Mendoza-de Gives, P. and Napolitano, F. (2019). Detection of gastrointestinal nematode populations resistant to Albendazole and Ivermectin in Sheep. *Animals* (Basel), 9(10):775. <https://doi.org/10.3390/ani9100775>.
- Montalvo-Aguilar, X., López, A. M. E., Arellano, Vázquez, P. V., Liébano, H. E. y Mendoza, de G. P. (2006). Resistencia antihelmíntica de nematodos gastroentéricos en ovinos a febendazol e ivermectina en la región noroeste del Estado de Tlaxcala. *Técnica Pecuaria en México*, 44(1), 81-90. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1758>
- Morales, G. y Pino, L.A. (2001). Drogas antihelmínticas sobre estróngilos digestivos en ovinos estabulados. *Veterinaria Tropical*, 26 (2), 147-158. https://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/VeterinariaTropical/vt2602/arti/morales_g_2.htm
- Munguía, J.C. (2018). Ostertagiosis ovina, LAVET. <http://www.lavet.com.mx/ostertagiosis-ovina>.
- Nowak, L. G., Rosay, B., Czégé, D. and Fonta, C. (2015). Tetramisole and Levamisole Suppress Neuronal Activity Independently from Their Inhibitory Action on Tissue Non-specific Alkaline Phosphatase in Mouse Cortex. *Sub-*

Cellular Biochemistry, 76, 239-281. https://doi.org/10.1007/978-94-017-7197-9_12

- Ojeda, C. J. J., García, R. V. G., Hernández, G. P. A. y Espinosa, A. E. (2022a). Perspectivas de la ovinocultura en el desarrollo rural de la Región de Amecameca, Estado de México [En] García, R. V. G. (Comp.). *Potencialidades de la ovinocultura y los hongos comestibles (Pleurotus spp.) en la seguridad alimentaria y el desarrollo rural* (p.p. 265-309). Laberinto Ediciones, México.
- Ojeda, C. J. J., García, R. V. G., Hernández, G. P. A., Espinosa, A. E. y Márquez, M. O. (2022b). Principales enfermedades que afectan la productividad ovina e inocuidad alimentaria [En] García, R. V. G. (Comp.). *Potencialidades de la ovinocultura y los hongos comestibles (Pleurotus spp.) en la seguridad alimentaria y el desarrollo rural* (p.p. 265-309). Laberinto Ediciones, México.
- Olazarán, J. S., López, A. M. E., Bartolo, L. I., Mendoza, de G. P., Olmedo, J. A. y Vega, M. V. E. (2019). Evaluación de la resistencia antihelmíntica de nematodos gastrointestinales a bencimidazol en ovinos en el Estado de Puebla. En: Martínez-Herrera, J. y Hernández-Hernández, C. (Comps.). *Investigaciones Científicas y Agrotecnológicas para la Seguridad Alimentaria*. INIFAP, Tabasco, México. p.p. 343-349. <https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Herrera-19/publication/337756120>
- Olivares, O. J., Rodríguez, D. J. G., Escobedo, O. I. A., Camacho, C. J. C., Herrera, G. H. A., Montiel, S. D., Fierro, Á. A. y Ruiz, J. D. (2010) Evaluación del albendazol y praziquantel contra *Trypanoma actinoides* (Cestoda: Anoplocephalidae), en ovinos. *Revista de Salud Animal*, 32(1), 54-56. <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v32n1/rsa08110.pdf>
- OMSA (2022). *Uso responsable y prudente de los fármacos antihelmínticos para contribuir al control de la resistencia a antihelmínticos en las especies ganaderas herbívoras*. Organización Mundial de la Salud.

<https://www.woah.org/app/uploads/2021/12/es-oie-anthelmintics-prudent-and-responsible-use-v4-web.pdf>

OSU (2025a). *Ovejas de Lincoln*. Universidad Estatal de Oklahoma. <https://breeds.okstate.edu/sheep/lincoln-sheep.html>

OSU (2025b). *Ovejas Debouillet*. Universidad Estatal de Oklahoma. <https://breeds.okstate.edu/sheep/debouillet-sheep.html#top>

OSU (2025c). *Oveja Karakul*. Universidad Estatal de Oklahoma. <https://breeds.okstate.edu/sheep/karakul-sheep.html>

Oviedo, H.E. (2017). Atlas de las enfermedades más frecuentes en ovinos y caprinos en el Centro de México. *Tesis de Licenciatura*, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. <http://132.248.9.195/ptd2017/febrero/0755442/Index.html>

OvinApp (22 de septiembre de 2021a). *Oveja de Raza Merina y su origen*. <https://ovinapp.com/oveja-de-raza-merina/#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20de%20la%20raza%20de,Las%20hembras%20no%20presentan%20cuernos>.

OvinApp (12 de abril de 2021b). *Oveja Katahdin, características de la raza*. <https://ovinapp.com/raza-de-oveja-katahdin/>

Partida P, J. A., Braña, D., Jiménez, H., Ríos, F. G. y Buendía, G. (2013). *Producción de carne ovina*. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal (INIFAP). Libro Técnico No 5, Pp. 4-5. <https://backend.aprende.sep.gob.mx/m>

Pérez-Bautista, J. J., Martínez-Martínez, R., Hernández-Mogica, M., González-Lemus, M. T., Austria-Hernández, I. J. y Mendoza-Pedroza, S. I. (2021). Identificación y conteo de parásitos gastrointestinales en ovinos dorper, en Atlapexco, Hidalgo, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, Núm. Esp. II, e2873. <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2873>

- Pérez, J. L., Carranza, C. y Mateos, F. (2009). Antiparasitarios. Revisión de los fármacos útiles en el tratamiento de parasitosis clásicas y emergentes. *Revista Española de Quimioterapia*, 22(2),93-105. <https://seq.es/seq/0214-3429/22/2/revisionperez.pdf>
- Puicón, V., Zárate, D., Chávez, J., Gutiérrez, G., Sánchez, D., y More, M. (2018). Prevalencia de nematodos gastrointestinales en alpacas y ovinos de dos cooperativas comunales de la región Pasco, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(4). <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15189>
- Reyes, A. J. A. (2007). Eficacia de la moxidectina, nitroxinil y rafoxanida contra nematodos gastroentéricos con resistencia múltiple a antihelmínticos en ovinos. *Tesis de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ru.dgb.unam.mx/jspui/bitstream/20.500.14330/TES01000625772/3/0625772.pdf>
- Reyes-Guerrero, D. E., Olmedo-Juárez, A. y Mendoza-de Gives, P. (2021). Control y prevención de nematodosis en pequeños rumiantes: antecedentes, retos y perspectivas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(3),186-204. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5840>
- Rimbaud, E., Pineda, N., Soto, J. L., Luna, L., Morales, X., Rivera, G. y Picado L. (2006). Primer diagnóstico de resistencia a ricobendazole y albendazole en nematodos gastrointestinales parásitos de ovinos en Nicaragua. *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria*, 7(10), 1-4. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617167016.pdf>
- Rodríguez, P. C. y Obrador, V. G. T. (2013). *Fichero Farmacológico*. McGraw Hill/Access Medicina. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1510§ionid=98010822>
- Rojas, H. S., Gutiérrez, S. I., Olivares, P. J. y Valencia, A. M. T. (2007). Prevalencia de nematodos gastrointestinales en ovinos en pastoreo en la parte alta del Mpio. de Cuetzala del Progreso, Guerrero-México. *REDVET. REVISTA*

- Electrónica de Veterinaria*, 8 (9), 1-7. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090714.pdf>
- Romero, M.H. (2015). Zootecnia de ovinos. [En] Apuntes de Zootecnia, Unidad 4 (pp. 139-169). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_4_ovinos.pdf
- Rueda, Q. L. D. (2022). Contribución del sistema de producción ovino del Municipio de Juchitepec a la ovinocultura del Estado de México [En] García, R. V. G. (Comp.). *Potencialidades de la ovinocultura y los hongos comestibles (Pleurotus spp.) en la seguridad alimentaria y el desarrollo rural* (p.p. 311-328). Laberinto Ediciones, México.
- Ruiz, A. J. (16 de marzo de 2022). Lactonas macrocíclicas: La ivermectina como primera elección en la desparasitación en ganado y animales de estima. FARVET. <https://quimicafarvet.com.mx/website/articulo/lactonas-macrociclicas-la-ivermectina-como-primera-eleccion-en-la-desparasitacion-en-ganado-y-animales-de-estima/>
- Sabatini, G. A., de Almeida, B. F., Claerebout, E., Sicalo, G. L., Höglund, J., Kaplan, R. M., Zanetti, L. W. D., Mitchell, S., Rinaldi, L., von Samson-Himmelstjerna, G., Steffan, P. and Woodgate, R. (2023). Practical guide to the diagnostics of ruminant gastrointestinal nematodes, liver fluke and lungworm infection: interpretation and usability of results. *Parasites & Vectors*, 16, 58. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05680-w>
- SADER (29 de noviembre de 2017). *La ovinocultura, una actividad muy arropadora*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-ovinocultura-una-actividad-muy-arropadora#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20en%20general%2C%20el,Debouillet%2C%20Merino%20australiano%20y%20Lincoln.>
- SADER (10 de agosto de 2024). *Detrás de la ovinocultura: Una mirada a la crianza de ovejas en México*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/detras-de-la-ovinocultura-una-mirada-a-la-crianza-de-ovejas-en-mexico#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20C%20la%20crianza%20de,para%20diversas%20regiones%20del%20pa%C3%ADs.>

SADER-SIAP (2024). Panorama Agroalimentario 2018-2024. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/panorama-agroalimentario-2018-2024-la-herramienta-basica-de-consulta-estadistica-del-sector-agropecuario-y-pesquero?idiom=es>

Salgado-Moreno, S., Carrillo-Díaz, F., Escalera-Valente, F. y Delgado-Camarena, C. (2017). Pruebas para identificar ovinos resistentes a parásitos gastrointestinales en San Pedro Lagunillas Nayarit. *Abanico Veterinario*, 7(3), 63-71. <https://doi.org/10.21929/abavet2017.73.7>

Salomon, L., Haile, G., Ahmed, N. A., Abdeta, D., Galalcha, W., and Hailu, Y. (2024). Epidemiology and field efficacy of anthelmintic drugs associated with gastrointestinal nematodes of sheep in Nejo district, Oromia, Ethiopia. *Scientific Reports* 14, 6841. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55611-7>

SECAMPO (2022). *Juchitepec*. Secretaría de Finanzas del Gobierno del Estado de México. https://secampo.edomex.gob.mx/sites/secampo.edomex.gob.mx/files/files/Produccion_Campo/50Juchitepec.pdf

SIACON (27 de junio de 2024a). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Módulo Pecuario Estatal. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>

SIACON (27 de junio de 2024b). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Módulo Pecuario Municipal. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>

SIAP (2024). *Avance mensual de la producción pecuaria: Carne ovina en canal*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Año de consulta: 2024. http://nube.agricultura.gob.mx/avance_pecuario/

- Soares, P. S. C., Cunha, R. A., Pereira, C. R. L., Serejo, P. F. P. C., Martins, C. C. S., Diniz, J. D. O., Barros, C. C., da Costa, P., Alves, P. Y. S., Silva, B. N. H., Martins, C. L., y Rodrigues, B. B. D. (2023). Resistência de nematoides gastrintestinais de caprinos e ovinos aos anti-helmínticos Levamisol, Ivermectina e Albendazol. *Ciência Animal Brasileira*, 24, 46-53. <http://doi.org/10.1590/1809-6891v24e-75316P>
- Solís-Carrasco, J., Gaxiola-Camacho, S., Enríquez-Verdugo, I., Portillo-Loera, J., López-Valencia, G. & Castro-del-Campo, N. (2021). Factores ambientales asociados a la prevalencia de *Haemonchus* spp en corderos de la zona centro de Sinaloa, *Abanico Veterinario*, 11: 1-14, <https://doi.org/10.21929/abavet2021.41>
- Thienpont D., Rochette, F., y Vanparijs, O.F.J. (1986). *Diagnóstico de las helmintiasis por medio del examen coprológico*. Janssen Research Foundation, Beerse, Bélgica, pp 19-43.
- Ton, H. J. P. (2008). Determinación de la resistencia a antihelmínticos de los nematodos gastrointestinales que afectan a los ovinos de una granja de El Distrito Cayo, Belice. *Tesis de Licenciatura*, Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7417/1/Tesis%20Med%20Vet%20Jessica%20Pamela%20Ton%20Ho.pdf>
- Toro, A., Rubilar, L., Palma, C. y Pérez, R. (2014). Resistencia antihelmíntica en nematodos gastrointestinales de ovinos tratados con ivermectina y fenbendazol. *Archivos de Medicina Veterinaria* (Valdivia), 46(2), 247-252. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X201400 0200010>
- Vargas, L. S., Bustamante, G. A., Jaramillo, V. J. L., Vázquez, M. I., Vaquera, H. H., Díaz, S. C. C. y Casiano, V. M. A. (2023). Dinámica del pastoreo en la asociación de cultivos y ovinos de agroecosistemas de clima templado en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 14 (3), 572-591. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i3.6288>

- Vázquez, M. A. (13 de junio de 2023). La raza mexicana por excelencia de borregos: Pelifolk. *Tierra Fértil. Multimedia Agropecuaria*. <https://tierrafertil.com.mx/2023/06/13/la-raza-mexicana-por-excelencia-de-borregos-pelifolk/>
- Vera-Herrera, I. Y., Ortega-Cerrilla, M. E., Herrera-Haro, J. G., y Huerta-Jiménez, M. (2019). Bienestar en ovinos y su evaluación. *Agroproductividad*, 12 (9), 67-72. <https://doi.org/10.32854/agrop.v12i9.1389>
- Vercruysse, J. y Claerebout, E. (2014a). *Benzimidazoles*. Manual de MSD. Manual de Veterinaria. <https://www.msdsvetmanual.com/es/farmacolog%C3%ADa/antihelm%C3%ADnticos/benzimidazoles>
- Vercruysse, J. y Claerebout, E. (2014b). *Lactonas macrocíclicas*. Manual de MSD. Manual de Veterinaria. <https://www.msdsvetmanual.com/es/farmacolog%C3%ADa/antihelm%C3%ADnticos/lactonas-macro%C3%ADclicas>
- Vercruysse, J. y Claerebout, E. (2014c). *Imidazotiazoles*. Manual de MSD. Manual de Veterinaria. <https://www.msdsvetmanual.com/es/farmacolog%C3%ADa/antihelm%C3%ADnticos/imidazotiazoles>
- Vercruysse, J. y Claerebout, E. (2014d). *Mecanismos de acción de los antihelmínticos*. Manual de MSD. Manual de Veterinaria. <https://www.msdsvetmanual.com/es/farmacolog%C3%ADa/antihelm%C3%ADnticos/mecanismos-de-acci%C3%B3n-de-los-antihelm%C3%ADnticos>
- Villavicencio, V. B. J., Toro, M. B. M., Chicaiza, S. L. A. y Bejarano, R. C. I. (2023). Salud pública y economía: prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos en Cantón Pujilí, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 15(5), 470-475. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v15n5/2218-3620-rus-15-05-470.pdf>
- Zajíčková, M., Nguyen, L. T., Skálová, L., Raisová Stuchlíková, L., & Matoušková, P. (2020). Anthelmintics in the future: current trends in the discovery and development of new drugs against gastrointestinal nematodes. *Drug Discovery Today*, 25(2), 430–437. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2019.12.007>

Zapata, S. R., Velásquez, V. R., Herrera, O. L. V., Ríos, O. L. y 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. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(2), 344-354. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11647>

Zoquital (s.f). *Borregos St. Croix*. Ex-Hacienda el Zoquital. https://www.borregos-dorper.com/borregos_stcroix.php