

# UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**Determinación de la resistencia de nematodos gastrointestinales a la ivermectina en bovinos de cinco ganaderías del municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas, El Salvador.**

**POR:**

**BR. ARLEN FABIOLA RAMÍREZ HERNÁNDEZ**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2017**

# **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**



**Determinación de la resistencia de nematodos gastrointestinales a la ivermectina en bovinos de cinco ganaderías del municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas, El Salvador.**

**POR:**

**BR. ARLEN FABIOLA RAMÍREZ HERNÁNDEZ**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2017**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**LIC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**SECRETARIO GENERAL:**

**LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

**ING. AGR. MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO**

**ING. AGR. MSc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO**

**JEFA DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**

F. \_\_\_\_\_

**M.V.Z. ROSY FRANCIS ALVARENGA ARTIGA**

**DOCENTES DIRECTORES**

F. \_\_\_\_\_

**M.V.Z. MSc. LUIS ERNESTO ROMERO PÉREZ**

F. \_\_\_\_\_

**M.V.Z. ROSY FRANCIS ALVARENGA ARTIGA**

**COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

F. \_\_\_\_\_

**M.V.Z. MARÍA JOSÉ VARGAS ARTIGA**

## RESUMEN

La investigación se realizó en el municipio de Ilobasco, Departamento de Cabañas, en el período de mayo a octubre de 2016. Se recolectaron muestras de heces de bovinos para la determinación de la resistencia en parásitos nematodos gastrointestinales (NGI) a antihelmínticos a base de ivermectina.

El objetivo de esta investigación fue la determinación de la presencia de parásitos NGI resistentes a la ivermectina en bovinos de la zona del municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas. Se estudiaron cinco ganaderías que fueron seleccionadas por medio de una encuesta, que recopiló información específica para poder escoger cada lugar de estudio; éste mismo instrumento dio lugar a la determinación del tamaño de la muestra de unidades experimentales (U.E.), es decir los bovinos que fueron destinados a participar en la investigación, los cuales fueron 145 en total. El muestreo fue por conveniencia no probabilístico.

Se realizaron dos muestreos de heces por cada U.E.; con un intervalo de 14 días para su procesamiento en el laboratorio, donde se hizo conteo de huevos de parásitos nematodos por gramo de heces; haciendo uso del método de McMaster; y se determinó la carga parasitaria previa, y posterior a la administración de ivermectina en dosis (200µg/KgPv) y vía de administración (subcutánea) recomendadas por la FAO, éstos conteos proporcionaron un porcentaje de reducción de carga parasitaria (es decir, la diferencia entre la cantidad de huevos presentes en las heces previo a la desparasitación con ivermectina; y la cantidad de huevos de NGI presentes posterior a la administración de ivermectina) que debía ser mayor al 90% para descartarse resistencia antihelmíntica, de lo contrario se tomaría como NGI resistentes a la ivermectina.

Posteriormente se procesó la información obtenida, haciendo uso de la media aritmética, y a partir del procesamiento de esta información se obtuvo los resultados definitivos de la investigación. En este estudio se comprobó que en las cinco ganaderías evaluadas existe resistencia antihelmíntica en los NGI a la ivermectina.

**Palabras clave:** Ivermectina, resistencia antihelmíntica, resistencia antiparasitaria, El Salvador, Ilobasco, ganado bovino, nematodos gastrointestinales.

## ABSTRACT

The research was carried out in the municipality of Ilobasco, Department of Cabañas, from May to October 2016. Samples of bovine faeces were collected for the determination of resistance in gastrointestinal nematodes (GIN) to anthelmintic based on ivermectin.

The objective of this research was the determination of the presence of ivermectin resistant GIN parasites in cattle in the area of the municipality of Ilobasco, Department of Cabañas. Five herds were studied and selected through a survey, which collected specific information to be able to choose each place of study; this same instrument gave rise to the determination of the size of the sample of experimental units (E.U.), that is to say the cattle that were destined to participate in the investigation, which were 145 in total. Sampling was for non-probabilistic convenience.

Two stool samples were performed per E.U.; Within an interval of 14 days for laboratory processing, where nematode parasite eggs were counted per gram of feces using the McMaster method. The parasite load was determined prior to, and subsequent to the administration of ivermectin in doses ( $200\mu\text{g} / \text{kg}$ ) and route of administration (subcutaneous) recommended by FAO, these counts provided a percentage of parasite load reduction (ie the difference Between the amount of eggs present in the faeces prior to ivermectin deworming and the amount of GIN eggs present after administration of ivermectin), which should be higher than 90% in order to rule out anthelmintic resistance, otherwise it would be taken as GIN resistant to ivermectin.

Subsequently, the information obtained was processed, making use of the arithmetic mean, after processing the information of the investigation, the final results were obtained; in this study it was verified that in the five farms evaluated there is anthelmintic resistance in GIN to ivermectin.

Key words: Ivermectin, anthelmintic resistance, antiparasitic resistance, El Salvador, Ilobasco, cattle, gastrointestinal nematodes.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Esaú Ramírez Ruíz y Sonia Stella Hernández, por el incondicional apoyo durante este largo viaje.

Gracias a Yara Ramírez, por ayudarme a comprar la cámara de McMaster que accidentalmente quebré en el laboratorio, y tuve que reponer.

Gracias Karla Sánchez, por aportar una parte indispensable a la investigación (mi computadora personal), sin tu ayuda habría sido mucho más difícil.

Gracias a Francis Alvarenga y María José Vargas, amigas y guías académicas.

Gracias al M.V.Z. Luis Ernesto Romero docente director; por su paciencia, comprensión, y apoyo.

Gracias a mis compañeros y futuros colegas Fanny Sibrián, Iván Navarrete, Coralia Díaz, Aida Rosales, Roberto Najarro, Melissa Peña, que siempre me alentaron a continuar con esta investigación.

Gracias a Rafael Miranda, futuro colega y gran apoyo en mi vida personal y académica.

Gracias todas las personas que colaboraron con la investigación con su tiempo y confianza depositada en mí.

A todas estas personas, les agradezco de manera infinita por ayudarme de una u otra manera a culminar esta etapa de mi vida.

A la Universidad de El Salvador, y su Facultad de Ciencias Agronómicas, que han dado las herramientas necesarias para hacer de ésta bachiller una médico veterinaria.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi hermano (Q.E.P.D.) Esaú Juvenal Ramírez Hernández, que se fue muy pronto; no sin antes ser el mejor amigo, hermano, y cómplice; quién con su gran y único amor logró hacerme confiar en mí misma; y con su increíble sabiduría, a crecer como persona, y a conquistar caminos.

A mi madre Sonia Stella Hernández Chacón, que con su carácter me alentó siempre a terminar lo que comience; por hacer tantos esfuerzos con amor durante años para que terminase mi carrera.

A mi padre Esaú Juvenal Ramírez Ruíz, por ser siempre mi amigo y compañero incondicional; quién me ha enseñado las lecciones más valiosas de la vida, y de quién nunca dejo de aprender.

A mi hermana Yara Esthela Ramírez Hernández; que en la distancia siempre ha estado cerca, como mi amiga irremplazable.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA .....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	2
2.1 Parásito.....	2
2.2 Huésped.....	2
2.3 Hospedador.....	2
2.4 Parasitismo .....	2
2.5 Nematodos Gastrointestinales en bovinos de El Salvador.....	2
2.6 Antihelmíntico.....	3
2.7 Resistencia Parasitaria.....	3
2.8 Resistencia Antihelmíntica .....	3
2.8.1 Resistencia Antihelmíntica en el mundo.....	4
2.8.2 Resistencia antihelmíntica en Centroamérica .....	4
2.8.3 Importancia de la resistencia antihelmíntica.....	4
2.8.4 Causas principales y diagnóstico de la Resistencia Antihelmíntica .....	4
2.8.5 Refugio y resistencia.....	5
2.8.6 Mecanismos de inmunoevasión de parásitos .....	5
2.9 Diseminación de los parásitos .....	5
2.9.1 Mecanismos de transmisión de los parásitos .....	6
2.10 Ivermectina.....	6
2.10.1 Excreción de la Ivermectina .....	6
2.10.2 Mecanismos de resistencia a la ivermectina .....	6
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1 Ubicación geográfica.....	7
3.2 Período de realización del estudio.....	7
3.3 Descripción del estudio .....	7
3.3.1 Selección de población .....	7
3.4 Metodología de campo .....	7
3.4.1 Toma de muestras .....	8
3.4.2 Cálculo de peso para la administración de ivermectina.....	9
3.5 Metodología de laboratorio.....	9
3.5.1 Método de Flotación .....	9

3.5.2 Identificación de huevos.....	10
3.5.3 Método de McMaster .....	10
3.6 Metodología estadística.....	11
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	12
5. CONCLUSIONES .....	18
6. RECOMENDACIONES.....	19
7. BIBLIOGRAFÍA.....	20
8. ANEXOS.....	23

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación de la reducción porcentual de huevos por gramo de heces de la Ivermectina y el Albendazol, respecto a grupos A y B, en las cinco ganaderías evaluadas. ....	15
Cuadro A-1: Resultados de encuestas.....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resumen de resultados obtenidos respecto a la reducción del conteo de huevos por gramo de heces frente a la ivermectina al 1% para las categorías: Ganadería, Grupo A, y Grupo B. ....	15
Figura A-1: Instrumento de encuesta para selección de ganaderías.....	23
Figura A-2. Mapa de ubicación espacial del estudio .....	25
Figura A-3. Comparación de resultados de las pruebas de McMaster previo y posterior a la aplicación de Ivermectina en la Ganadería “1”. ....	26
Figura A-4. Comparación de resultados de las pruebas de McMaster previo y posterior a la aplicación de Ivermectina en la Ganadería “2”. ....	26
Figura A-5. Comparación de resultados de las pruebas de McMaster previo y posterior a la aplicación de Ivermectina en la Ganadería “3”. ....	27
Figura A-6. Comparación de resultados de las pruebas de McMaster previo y posterior a la aplicación de Ivermectina en la Ganadería “4”. ....	27
Figura A-7. Comparación de resultados de las pruebas de McMaster previo y posterior a la aplicación de Ivermectina en la Ganadería “5”. ....	28
Figura A-8. Resultados del albendazol en la reducción porcentual en el conteo de huevos por gramo de heces.....	28
Figura A-9. Comparación de los resultados de la ivermectina y el albendazol en la reducción porcentual en el conteo de huevos por gramo de heces.....	29
Figura A-10: Manual de buenas prácticas para el uso de los antiparasitarios en bovinos.	30

## 1. INTRODUCCIÓN

La resistencia antihelmíntica se define como la disminución de la eficacia de los antihelmínticos, frente a una población de parásitos (Márquez, 2007). Existen ya antecedentes documentados en bovinos, ovinos, caprinos y equinos, en los cuales se atribuye la causa al uso continuo de fármacos o químicos antiparasitarios que con cada aplicación dejan un pequeño porcentaje de nematodos sobrevivientes que resistieron al fármaco; que se reproducirán y transmitirán esos genes de resistencia a las nuevas generaciones, que serán ya resistentes al antihelmíntico (González *et al.* 2012. Sievers y Alocilla 2007). Éste fenómeno puede presentarse en diversas latitudes, con climas variables (templado, tropical y subtropical) (Márquez 2007).

La detección de la resistencia antihelmíntica se puede realizar por medio de dos métodos: *in vitro*, y de campo; siendo el segundo el más viable en el medio, pues su facilidad para la realización le convierte en el método de elección en las investigaciones parasitológicas de este tipo (González *et al.*, 2012).

La resistencia de nematodos gastrointestinales a antihelmínticos de uso común, puede causar serios efectos negativos en la productividad de cualquier explotación de ganado bovino. Esta situación tendrá consecuencias sobre la ganancia de peso del animal, productividad, condición corporal, actitud reproductiva y estado de salud general; lo cual instiga a prestar atención a este tema; pues representa un asunto importante para la medicina veterinaria, las autoridades responsables de la salud animal, salud humana y al productor (Torres *et al.*, 2007).

El futuro de los actuales antihelmínticos es incierto, considerando el uso indiscriminado e irracional que se hace de ellos; pues esta situación condujo al surgimiento de la resistencia a estos compuestos en los nematodos gastrointestinales de los rumiantes en diferentes partes del mundo (Márquez, 2007).

En 2014, el sector Ganadería aportó USD 232.4 millones de dólares estadounidenses al producto interno bruto (PIB) de El Salvador. En El Salvador, hay un inventario de 999,862 cabezas de ganado bovino, de las cuales 70,162 están en el departamento de Cabañas, y 13,509 en el municipio de Ilobasco; municipio en el cual hay un margen de 725 a 1,597 productores que se dedican al ganado bovino (MINEC 2009).

Actualmente no existe información sobre resistencia antihelmíntica en el país, por lo que es necesario generar información relacionada al tema; ya que están comprometidas la salud animal, y por tanto la salud humana; además de relacionarse con la seguridad alimentaria.

En la actualidad, la resistencia antihelmíntica es un problema preocupante, que se ha extendido de manera alarmante en las últimas décadas, superando el interés académico para convertirse en un problema importante para la industria ganadera de muchas regiones del mundo y para la medicina veterinaria en general (Márquez, 2007).

Los resultados de la investigación deben ser difundidos en orden de informar al sector ganadero del país y de la región sobre el problema al que se enfrentan, sus causas y alternativas para prevenir o corregirlo según sea el caso.

Los resultados de este estudio han servido para reportar la presencia de nematodos resistentes a la ivermectina, así como para elaborar recomendaciones dirigidas a ganaderos para el uso de los antiparasitarios.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Parásito**

Se define como parásito al animal o vegetal que en forma temporal o permanente y de manera obligatoria debe de nutrirse a expensas de otro organismo llamado hospedador sin que esta relación implique la destrucción del hospedador como lo hace un depredador (Quiroz, 2012).

### **2.2 Huésped**

De acuerdo a Cordero, se debe evitar emplear el término huésped del latín *hospes-itis* ya que tiene el doble significado “del que hospeda” y “el hospedado” dependiendo del sentido de la frase (Cordero *et al.* 2001). Sin embargo, en su mayoría el uso del término refiere a “el que se aloja”; por lo que es necesario darle contexto cuando se utilice.

### **2.3 Hospedador**

Se hará referencia al término como la especie que alberga, o puede albergar al huésped o parásito. En parasitología, es la especie que alberga al parásito y proviene del latín *hospitator-oris* (que hospeda); también puede utilizarse *hospedero*, aunque en castellano significa el que está al cuidado de los huéspedes u hospedante (Cordero *et al.*, 2001).

### **2.4 Parasitismo**

El parasitismo es una de las modalidades de asociación de seres vivos, es decir, de simbiosis; palabra que etimológicamente significa vida en común, por tanto el parasitismo es una asociación heterotípica negativa, temporal o permanente, externa o interna, entre una especie, el parásito normalmente más pequeño, menos organizado o de menor nivel zoológico, y otra especie, el hospedador, de mayor tamaño y más organizado. El parásito depende metabólicamente y evolutivamente del hospedador: vive a sus expensas, con lo cual de forma actual o potencial ocasiona acciones patógenas o modificaciones del equilibrio homeostático del hospedador y de la respuesta adaptativa de su sistema inmunitario. El hospedador y su nicho forman el medio obligado del parásito que sufre, explota y dirige su evolución (Cordero *et al.*, 2001).

Existen muchos tipos de parasitismo, en algunos hay un solo hospedador para el huésped, mientras que en otros, el huésped necesitará más de un hospedador para poder completar su ciclo biológico (Quiroz, 2012).

### **2.5 Nematodos Gastrointestinales en bovinos de El Salvador**

De acuerdo a investigaciones realizadas previamente en el territorio nacional, se reporta una variedad de géneros de NGI que afectan a bovinos jóvenes y adultos.

En una investigación realizada en 1997, en la que se determinó el grado de infestación de parásitos gastrointestinales en ganado bovino en diez municipios del departamento de Usulután, El Salvador, se reportaron los siguientes géneros de nematodos:

*Trichostrongylus, Strongyloides, Oesophagostomun, Bunostomun, Capillaria, Cooperia, Ostertagia, Mecistocirrus* (Bonilla et al., 1997).

En otra investigación más reciente realizada en 2008 en cinco ganaderías lecheras especializadas del departamento de Sonsonate, El Salvador, para la determinación de cargas parasitarias en terneras manejadas en sistemas de jaulas; se reportó resultados similares, con ligeras variaciones. Mediante el método de flotación, los géneros de parásitos encontrados en las cinco lecherías evaluadas fueron: *Bunostomun, Strongyloides, Cooperia, Trichostrongylus, Oesophagostomun, Haemonchus, Nematodirus* y *Trichuris* (Ramírez, 2008).

## **2.6 Antihelmíntico**

Hace referencia a un fármaco que resulta más tóxico para los parásitos que para sus hospedadores. A veces el grado de discriminación es pequeño y en ocasiones considerable, pero nunca es absoluto. Así, la aplicación de un antihelmíntico siempre implica algún riesgo para el hospedador (Bowman, 2011).

Existe una gran gama de antiparasitarios, los cuales muchas veces son específicos para una especie animal, para un tipo de parásito, y en otras ocasiones son de amplio espectro, es decir; tienen la capacidad de eliminar parásitos de diferentes tipos y especies del organismo de un animal (hospedador) (Quiroz, 2012).

## **2.7 Resistencia Parasitaria**

Este término hace referencia al hecho que los hospedadores de mayor edad, presentan una mayor resistencia a la infestación que los jóvenes. Es importante señalar la diferencia entre la resistencia parasitaria y la resistencia antihelmíntica. La primera hace referencia al hospedador ante una o varias especies de parásitos, mientras que la segunda se refiere al parásito u hospedero frente a un fármaco antihelmíntico (Quiroz, 2012).

Se menciona que normalmente las cargas parasitarias son bastante elevadas en animales jóvenes, en cuanto a las razas existen referencias de que algunas especies de animales domésticos tienen mayor resistencia que otras al punto que ciertos géneros de parásitos se reproducen menos y son de menor tamaño que lo normal (Quiroz, 2012).

## **2.8 Resistencia Antihelmíntica**

La resistencia antihelmíntica se refiere a la disminución de la eficacia de un compuesto químico contra una población de parásitos que por lo general es sensible a esa droga, y es de naturaleza genética, por lo que es transgeneracional, lo cual hace que el problema sea persistente (Márquez 2007).

La aplicación periódica de fármacos antihelmínticos sobre poblaciones de parásitos induce inevitablemente a la aparición de poblaciones resistentes a través de la selección genética. Con el tiempo, aquel fármaco que fue eficaz deja de ser efectivo y debe sustituirse por otro (Bowman 2011).

De acuerdo a Torres, la resistencia antihelmíntica puede ser de tres tipos: el primero es la resistencia múltiple, que se presenta cuando los parásitos son resistentes a más de dos grupos de antihelmínticos diferentes; el segundo tipo es la resistencia cruzada, cuando se involucran sustancias químicas de modo de acción diferentes; y el tercero es la resistencia paralela, a diferencia de los anteriores se da cuando los parásitos de una

población resistentes a una sustancia química, son también resistentes a otro producto que tiene similar mecanismo de acción. (Torres *et al* 2007).

### **2.8.1 Resistencia Antihelmíntica en el mundo**

El problema de la resistencia de los nematodos gastrointestinales de los bovinos a los antihelmínticos ha sido demostrado en diversos países (Nueva Zelanda, Reino Unido, Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay) y se está extendiendo en todo el mundo (Márquez 2007).

Se conocen casos de resistencia detectados recientemente en Canadá, Estados Unidos y México; siendo *Ostertagia* y *Trichostrongylus* los parásitos más involucrados, y en menor medida *Cooperia* y *Haemonchus*. La misma información da cuenta de la resistencia múltiple de *H. contortus* a la ivermectina y Benzimidazoles (Márquez, 2007).

En Suramérica, el tema de la resistencia antihelmíntica en nematodos está tomando importancia, y se han realizado trabajos para conocer la realidad de algunos países suramericanos como Colombia, Brasil y Argentina, pues cada vez se reportan más casos de resistencia antihelmíntica a la ivermectina y otros fármacos (Torres *et al.*, 2007).

De acuerdo a un estudio realizado en ovinos por González en 2012, se demostró el rápido incremento en la resistencia contra ivermectina en *Haemonchus contortus*; en el cual, al cabo de tres generaciones de larvas, la eliminación fecal de huevos se reducía a un 65%, dejando un margen de 35% de huevos resistentes al fármaco (González *et al.*, 2012).

En Chile se ha indicado resistencia antihelmíntica en bovinos, según un estudio realizado en 2007, por Sievers y Alocilla, demostrando con el conteo de huevos la disminución sólo del 73.5% en los géneros *Nematodirus*, seguido por *Cooperia* y *Trichostrongylus* (Sievers y Alocilla, 2007).

### **2.8.2 Resistencia antihelmíntica en Centroamérica**

En la región, se ha reportado por primera vez la presencia de cepas de helmintos resistentes a la ivermectina en ovinos en tres departamentos de Nicaragua, sentando un precedente del problema que se está globalizando (Rimbaud *et al.*, 2005), seguido de Costa Rica, donde también se demostró la resistencia antihelmíntica de NGI a la ivermectina, en un estudio donde la eficacia de la ivermectina dio resultados entre el 29% y 71% en la reducción de huevos por gramo de heces (Maroto *et al.*, 2011).

### **2.8.3 Importancia de la resistencia antihelmíntica**

En Australia, recientemente se estimó los costos de las parasitosis por nematodos gastrointestinales en ovinos por 220 millones de dólares australianos, que podrían ascender a 700 millones de dólares australianos. Esto constituye un obstáculo serio para que las medidas de control contra infestaciones por helmintos en esa especie sean efectiva. Cabe mencionar que los antiparasitarios químicos son un recurso necesario, pero no renovable; es decir que una vez se ha desarrollado la resistencia, se vuelven inservibles y son abandonados, limitando las alternativas cada vez más (FAO, 2003).

### **2.8.4 Causas principales y diagnóstico de la Resistencia Antihelmíntica**

El principal mecanismo que los helmintos usan para adquirir resistencia a las drogas parece ser a través de la pérdida o disminución de la afinidad de los receptores para la

droga, y varía de acuerdo al principio activo involucrado, la especie de helminto y la localidad donde se realizó el estudio. (FAO 2003).

Según Maday (2013), en un estudio presentado ante la FDA, existen factores asociados a la resistencia antihelmíntica, y están relacionados al manejo. Se mencionan a continuación: el tratamiento de todos los animales en el hato, desparasitación rutinaria frecuente sin realizar pruebas de diagnóstico o determinar si el tratamiento es necesario, administración de un medicamento antiparasitario sin saber si será efectivo en la granja, el empleo de medicamentos antiparasitarios para usos no aprobados (como para aumentar la ganancia de peso) además, depender exclusivamente de medicamentos antiparasitarios para el control de parásitos, en lugar de cambiar las prácticas de manejo (Maday, 2013). Se considera que existe una resistencia antihelmíntica, cuando al realizar pruebas de conteo de huevos en heces antes, y después (generalmente 14 días) de un tratamiento antihelmíntico; la reducción desde la primera prueba hacia la segunda, no supera el 90%, entonces se dice que puede haber una resistencia antihelmíntica ya que el 90% ha sido históricamente el valor utilizado para detectar dicha resistencia mediante el conteo de huevos en heces (Maday, 2013).

### **2.8.5 Refugio y resistencia**

El refugio se define como la proporción de la población parasitaria que no es expuesta a una medida de control en particular, escapando así a la selección por resistencia. En el caso de los parásitos internos, esto incluye a la proporción de la población de nematodos que vive fuera del hospedador, en las pasturas. Luego de una aplicación de un fármaco específico, la población de parásitos que sobrevive al tratamiento debe desarrollarse y competir con los individuos que no fueron tratados; de modo que el tamaño de esa población en refugio tiene una implicación directa en el grado de selección para la resistencia (FAO 2003).

### **2.8.6 Mecanismos de inmunoevasión de parásitos**

Los parásitos han desarrollado diversos mecanismos para evitar los efectos dañinos de la respuesta inmunitaria del hospedador a su supervivencia. Algunos de éstos incluyen: localización intracelular, mimetismo molecular, evasión del efecto del complemento, variación antigénica, recambio rápido de antígenos de superficie, supervivencia en el fagolisosoma de macrófagos, inhibición de la diferenciación, maduración y función de células dendríticas inhibición de la adhesión de neutrófilos, escape de una respuesta inmune establecida, actividad mitogénica inespecífica, inmunosupresión, inhibición de la respuesta inflamatoria, inducción de apoptosis en las células NK, proliferación descontrolada de células T infectadas, inhibición de la proliferación de linfocitos, inhibición de la locomoción de monocitos, resistencia a la digestión en el fagolisosoma (Gutiérrez, 2010).

### **2.9 Diseminación de los parásitos**

Los parásitos están estrechamente relacionados con las vías de entradas y salidas. Las excretas de los animales y el humano contaminan el suelo, convierten a este y a las corrientes de agua en vehículos de primera magnitud en la diseminación de ciertos parásitos, además la presencia o ausencia de hospederos intermediarios, determinan que los géneros de parásitos posean un ciclo biológico directo o indirecto (Quiroz, 2012).

### **2.9.1 Mecanismos de transmisión de los parásitos**

Los parásitos, como todo ser vivo, están dotados de la propiedad de la reproducción, es decir, de producir o engendrar otros seres vivos semejantes a sí mismos. Luego estos parásitos necesitarán de un nuevo hospedador para colonizar adecuadamente, porque el medio en el que se encuentran es hostil o por la obligatoriedad de completar su ciclo biológico. La transmisión de un individuo infectado a otro receptivo, puede ser horizontal o vertical. En el primer caso, la transmisión del parásito tiene lugar entre contemporáneos o individuos de la misma generación; en el segundo la transmisión tiene lugar desde individuos de una generación a la siguiente (Cordero *et al.*, 2001).

### **2.10 Ivermectina**

Esta molécula es el resultado de la fermentación bacteriana del *Streptomyces avermitilis*, obtenido por primera vez por Burg y colaboradores en 1979. Posteriormente se descubrió su capacidad antihelmíntica, para luego comercializarse como un fármaco de uso veterinario en 1981 (Sumano y Ocampo, 2001).

La dosis recomendada para bovinos es de 200 microgramos por kilogramo de peso vivo; sin embargo, al ser un producto de venta libre puede adquirirse en cualquier establecimiento sin que necesariamente un profesional indique la dosis adecuada, o la vía de administración. La ivermectina es un fármaco ampliamente utilizado a nivel mundial, sus efectos nematocida, acaricida, y garrapaticida han hecho de éste compuesto el más popular de los antiparasitarios. Su uso indiscriminado y la administración por vía equivocada pueden ser causantes del desarrollo de resistencia antihelmíntica en bovinos (Torres *et al.* 2007).

#### **2.10.1 Excreción de la Ivermectina**

La ivermectina se metaboliza por procesos de hidroxilación a partir incluso del rumen, estómago o intestino, por lo que independientemente de la vía de administración, su eliminación es por bilis, razón por la cual pueden detectarse grandes cantidades en heces, aunque también se excreta en orina y leche. Debido a ello no se recomienda su uso en hembras lactantes, ya que puede haber una persistencia del compuesto en productos de origen animal, y se considera un potencial efecto en la salud pública. Se recomienda un período de retiro en carne de 35 días (administración vía subcutánea) y 180 a 184 días (administración vía oral); y en leche de 35 a 43 días (Sumano y Ocampo, 2001).

#### **2.10.2 Mecanismos de resistencia a la ivermectina**

El desarrollo de resistencia parece ser una consecuencia inevitable del uso de los antiparasitarios a lo largo del tiempo y lleva implícitos cambios genéticos que se heredan de generación en generación. Sin embargo, el uso intensivo de antihelmínticos, particularmente de ivermectina desde la aparición de diferentes formulaciones genéricas de este compuesto, causó un importante aumento en la presión de selección y la aparición de los primeros informes de resistencia endectocidas en bovinos. Los estudios *in vitro* han reportado que la resistencia contra ivermectina podría estar basada en dos mecanismos: a) la mutación en alguna de las subunidades del canal del color ligado al glutamato, que participa en el mecanismo de acción de estos fármacos; y b) un aumento en la expresión de la proteína transportadora de membrana glucoproteína P en el parásito resistente, la cual actuaría expulsando el fármaco hacia el exterior del citosol y así

dificultando la obtención de concentraciones adecuadas en el sitio de acción (receptor de glutamato) (Páez y Vargas, 2008).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación geográfica**

Este estudio se realizó en el municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas; el cual se encuentra ubicado a una altura de 750msnm; y cuyas coordenadas geográficas son 13°52'00"N, 88°54'00"O. Limita al norte con los municipios de Jutiapa y Sensuntepeque (departamento de Cabañas); al oeste por el municipio de San Isidro (departamento de Cabañas), al sur con los municipios de El Rosario, San Rafael Cedros y Monte San Juan (departamento de Cuscatlán), y San Sebastián (departamento de San Vicente); y al oeste con los municipios de Tejutepeque y Jutiapa (departamento de Cabañas). Este municipio posee condiciones climáticas de temperatura media que oscila entre los 28-30°C; con una pluviosidad anual que varía de 1,800 a 2,000 milímetros (Rivas 2000).

Las ganaderías seleccionadas se encuentran ubicadas en jurisdicción del municipio de Ilobasco, en el cantón Aguazarca la ganadería 1, en el caserío Los Frailes la ganadería 2, en el cantón San José la ganadería 3, en el cantón Santa Lucía la ganadería 4, y en el cantón El Limón la ganadería 5 (Figura A-2).

#### **3.2 Período de realización del estudio**

El estudio se llevó a cabo en el período comprendido del 2 de mayo al 20 de octubre de 2016, con una duración de cinco meses y medio.

#### **3.3 Descripción del estudio**

##### **3.3.1 Selección de población**

Todas las ganaderías que participaron del estudio, fueron inicialmente seleccionadas a partir de una encuesta; ésta recopiló la información necesaria y pertinente para su selección. Los animales que participaron de la investigación fueron los que no estaban en producción, debido a la recomendación de no usar ivermectina en hembras lactantes; es decir ganado horro, novillos, y terneros. Los muestreos fueron realizados en todos los animales con edad no superior a los 2 años.

##### **3.4 Metodología de campo**

Un total de 11 ganaderías fueron seleccionadas y visitadas, procesando de forma inicial 145 unidades animales, esto con la finalidad de obtener las cinco ganaderías necesarias para desarrollar la investigación. Debido a los resultados de seis ganaderías que en su mayoría fueron negativos o con muy baja carga parasitaria, éstas fueron excluidas del estudio; dejando un total de 48 unidades animales de cinco ganaderías, los cuales atravesaron todas las etapas de la fase de campo. Las características tomadas en cuenta para la incorporación de las ganaderías al estudio fueron: a) que tuvieran animales menores de 2 años, b) que el antihelmíntico de elección fuera ivermectina, c) que aplicaran ivermectina al ganado por lo menos 3 veces al año, y d) que en la prueba piloto

la carga parasitaria fuera elevada. Las ganaderías fueron identificadas como Ganadería 1, 2, 3, 4, y 5 respectivamente.

### **3.4.1 Toma de muestras**

La toma de muestras de heces se realizó en horas tempranas del día (5:00-7:00 am) para poder ser trasladadas al Laboratorio de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, y procesadas de inmediato. Se visitó y muestreó una propiedad cada día. Se tomaron muestras en el día cero; previo a la desparasitación con ivermectina, y de las cinco propiedades que cumplían con las características para incorporarse al estudio se procedió a la toma de muestra el día 14, posterior a la aplicación de ivermectina; como es recomendado por la FAO (Maday, 2013), para el cual se esperaba que hubiese una disminución en los resultados de conteo de huevos por gramo de heces mayor 90%; de lo contrario se puede considerar como una resistencia antihelmíntica.

Las muestras de heces se tomaron directamente del recto de cada animal que fue parte de la investigación como unidad experimental, se hizo utilizando guantes de polipropileno para palpación rectal; tomando como mínimo un aproximado de diez gramos de materia fecal.

La primera visita consistió en la identificación y selección de las unidades animales participantes; también se tomó muestras de heces de unos cuantos animales, ésta fue la denominada prueba piloto que, sirvió para identificar si las cargas parasitarias eran altas, de ese modo se tendría un punto de partida para continuar las siguientes etapas. Las muestras tomadas durante la primera visita fueron trasladadas al Laboratorio de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agronómicas, y procesadas para la observación de huevos de parásitos.

Una segunda visita fue realizada en la misma semana de la primera visita para aquellas ganaderías que cumplían con las características para su incorporación en el estudio, y constó de tres procedimientos más: toma de muestras del resto de animales, se tomó medidas del perímetro torácico y la longitud corporal en pulgadas para calcular el peso de los mismos y la aplicación de Ivermectina al 1% en las dosis previamente establecidas (200µg/kgPV) y calculadas de acuerdo a los pesos resultantes de las mediciones. Las muestras nuevamente fueron trasladadas al Laboratorio de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agronómicas, donde fueron procesadas.

La tercera visita se llevó a cabo 14 días posteriores a la aplicación de la ivermectina, y en ésta se tomó nuevamente muestras de heces para ser procesadas en el laboratorio, los resultados positivos de estas pruebas fueron determinantes para la programación de una próxima visita. La cuarta visita fue exclusivamente para la administración de Albendazol al 10% (en dosis de 10mg/kgPV) (Sumano y Ocampo 2001) a las unidades que resultaron positivas en las pruebas que se realizaron después de la aplicación de Ivermectina al 1%. La administración del Albendazol 10% se hizo con el objetivo de proporcionar en las ganaderías participantes una alternativa al uso de ivermectina.

La quinta visita programada fue para realizar la última toma de muestra de heces; mismas que fueron trasladadas al laboratorio para ser procesadas, y evaluar el efecto de la administración de Albendazol.

### 3.4.2 Cálculo de peso para la administración de ivermectina

Las dosis de ivermectina para bovinos, de acuerdo a la FAO es de 200µg/kg de peso vivo, por vía subcutánea, y en la ivermectina al 1% equivale a 1mL/50kg de peso vivo (Sumano y Ocampo, 2001).

Con base en el carácter de la investigación, se intentó reducir en lo posible los márgenes de error, como puede ser el peso de las unidades experimentales, que por la naturaleza de las mismas es difícil trasladar una báscula para obtener su peso exacto; por ello se utilizó una fórmula para la obtención del peso aproximado por medio de medidas zoométricas; con base en investigaciones llevadas a cabo en Panamá, éstas medidas incluyen: el perímetro torácico (PT: medida del perímetro alrededor del pecho, pasando por la cruz y el esternón), y la longitud del cuerpo (LgCu: distancia entre la base de inserción de la base los cuernos, y la inserción del maslo de la cola y el ancho de la cadera que es la distancia existente entre los dos puntos más sobresalientes de la masa muscular del anca) (Escobar *et al.*, 2014).

Fórmula:

$$PV = (PT) (PT) (LgCu) / 300$$

La fórmula que se utiliza para la estimación del peso requiere que las variables sean introducidas en pulgadas, y dará como resultado el peso vivo (PV) aproximado en libras. Esta fórmula Tiene una confiabilidad del 95% (Escobar *et al.*, 2014).

Los resultados obtenidos fueron convertidos a kilogramos para la facilidad del cálculo de las dosis de ivermectina.

### 3.5 Metodología de laboratorio

El método de flotación se utilizó para determinar la presencia de huevos de nematodos en las heces; y para identificar las especies presentes (Sixtos 2012).

El Método de Mc Master, se utilizó para la cuantificación de huevos en las heces de los bovinos. Los recuentos de huevos en heces ayudan al diagnóstico de las helmintiasis de los animales domésticos (Figueroa y Rodríguez 2007).

#### 3.5.1 Método de Flotación

El método de flotación fecal se utiliza para separar los parásitos en todos sus estadios (huevos, ooquistes, quistes, larvas) de otros objetos, basados en sus diferentes densidades. La densidad es el peso de un parásito u otro objeto por unidad de volumen, se expresa en forma de gravedad específica, por ello se requiere que la densidad de la solución a utilizar sea la indicada (Sixtos 2012).

##### 3.5.1.1 Solución Sacarosa

Esta solución se recomienda para el diagnóstico de helmintos, se prepara utilizando 456 gr de azúcar, 355 ml de agua destilada y 6 ml fenol o formol al 10%. Se debe calentar mezclando continuamente hasta disolver el azúcar evitando la ebullición, y se agrega el fenol o formol al 10% como conservador (Sixtos, 2012).

##### 3.5.1.2 Materiales y Procedimiento

Para la realización del método de flotación se requieren los siguientes materiales:

Báscula con precisión en gramos.

Microscopio

Tamiz

Mortero con pistilo

Beaker  
Hot Plate.  
Solución sobresaturada de azúcar.  
Portaobjetos  
Cubreobjetos.

Debe procederse de acuerdo a las siguientes indicaciones para llevar a cabo el método de flotación.

Mezclar 2 g de heces en 15 ml de solución sacarosa.

Disolver muy bien las heces con una cucharilla o un abate lenguas, hasta que quede una mezcla uniforme.

Pasar la mezcla por un colador en un recipiente limpio.

Colocar en un tubo de ensayo con el líquido filtrado en una gradilla dejando un menisco convexo.

Eliminar con un palillo las burbujas u objetos flotantes.

Colocar un cubreobjetos y esperar 20 min.

Retirar cuidadosamente el cubreobjetos y colocarlo sobre un portaobjetos.

Observar al microscopio para detectar los huevos de parásitos.

Comparar lo observado con láminas debidamente identificadas (Sixtos, 2012).

### **3.5.2 Identificación de huevos**

Posteriormente debe procederse a la identificación de los huevos encontrados, esta se realiza mediante la utilización del Método de Flotación, y de láminas comparativas (Anderson 2000) en las que se encuentren imágenes de huevos de diferentes especies, que sirve para la correcta identificación de los hallados en las muestras (Sixtos, 2012).

### **3.5.3 Método de McMaster**

Este método como bien se mencionó antes; es un método cuantitativo. Se utiliza para realizar el conteo de huevos de nematodos por gramo de heces. El método se describe a continuación:

#### **3.5.3.1 Material necesario**

Se requiere el uso de los siguientes materiales para la realización de la técnica de McMaster:

Cámara de McMaster

Microscopio

Gotero

Tamiz

Mortero con pistilo

Beaker

Hot Plate.

Solución sobresaturada de azúcar.

Portaobjetos

Cubreobjetos.

Guantes de látex.

### **3.5.3.2 Procedimiento**

En el laboratorio, se utilizó la báscula para pesar los dos gramos de heces a utilizar, el beaker para medir la solución, el mortero y pistilo para efectuar una buena homogenización de la muestra, el colador y el tamiz para evitar el exceso de materia orgánica; y el tamizado se deposita en un beaker pequeño, del cual se llenan las cámaras de McMaster con el gotero (Figueroa y Rodríguez, 2007).

### **3.5.3.3 Técnica**

Mantener la mezcla contenida en el beaker en movimiento, llenar con un gotero las cámaras de McMaster (evitar la presencia de aire y/o burbujas en las mismas).

Dejar en reposo por 3-5 minutos para permitir que los huevos suban a la superficie, colocar la cámara en la platina del microscopio, enfoque 100X y contar los huevos en el área marcada de cada celda (Figueroa y Rodríguez, 2007).

### **3.5.3.4 Interpretación del Método de McMaster**

Al haber terminado el conteo, éste se debe multiplicar por 100 para obtener el número de huevos por gramo de heces (hpg) si se lee una celda, y por 50 si se leen las dos. Al realizar el conteo, primero enfocar la línea que marca el borde del área a contarse y luego hacer el recorrido sistemático de arriba hacia abajo, leyendo toda la celda (Figueroa y Rodríguez, 2007).

## **3.6 Metodología estadística**

Consistió en el método descriptivo, ya que el objetivo principal de la investigación es determinar la resistencia antihelmíntica, no cuantificarla. Se hizo a base de un muestreo por conveniencia, ya que se tomaron los animales que poseían las características aptas para participar del estudio, es decir; no se realizó aleatoriamente.

Durante esta etapa, se realizaron entrevistas tipo encuesta, con las cuales se pudo determinar la población apta para participar en la investigación, así como el tamaño de la muestra. Se tomó en cuenta cinco ganaderías que serán citadas como ganadería 1, 2, 3, 4, y 5 respectivamente de las cuales se trabajó con catorce animales de la ganadería 1 (la cual cuenta con 40 animales), nueve animales de la ganadería 2 (la cual posee 27 animales), doce animales (de 29 en total) de la ganadería 3, seis animales (de 24) de la ganadería 4, y siete animales (de 18) de la ganadería 5; con un total de 48 unidades experimentales (Cuadro A-1), mismos que fueron clasificados en dos grupos: el grupo A, que consta de animales menores de un año de edad, y el grupo B, con animales de 12 a 24 meses. Estos animales fueron seleccionados a partir de la encuesta (Figura A-1), en la que se han descartado vacas preñadas, y vacas lactantes (debido a la contraindicación del uso de ivermectina y el periodo de restricción en leche). La preferencia por el ganado horro, se debe a que no hay contraindicaciones de la administración de la ivermectina en ese estado. Otro factor tomado en cuenta para la selección de la ubicación de las ganaderías, fue la seguridad para el traslado hacia dichos lugares. También se tomó a consideración el uso inadecuado de la ivermectina, y se realizó un muestreo por conveniencia no probabilístico.

A partir del diagnóstico obtenido en el estudio piloto se determinó el tipo de estudio de aplicación estadística. Sin embargo, se optó por emplear la estadística descriptiva, utilizando únicamente las medias y porcentajes de los resultados.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio participaron 11 ganaderías para evaluación de carga parasitaria, de las cuales cinco cumplieron con todas las características propuestas para efectuar todas las etapas del estudio, en estas cinco ganaderías se encontró evidencia de resistencia de nematodos gastrointestinales a la ivermectina; pues la efectividad de ésta en los resultados, muestra que la reducción del conteo de huevos por gramo de heces fue entre el 53.05% y el 75.62% por ganadería (Figura 1).

Para evaluar la existencia de resistencia antihelmíntica en animales menores y mayores a un año, los animales participantes de las cinco ganaderías fueron clasificados en dos grupos; el grupo "A" que contenía a los animales menores de 12 meses, y el grupo "B" que contenía a los animales mayores de 12 meses y menores de 24 meses. Para estos casos el grupo "A" tuvo resultados de reducción de conteo de huevos por gramo de heces entre 49.41% y 71.6%; mientras que el grupo "B" obtuvo resultados que varían entre 68.42% y 100% (Cuadro 1).

En los resultados obtenidos por ganadería, en ninguno de los casos el porcentaje de reducción de hpg supera el 90.0% que la FAO establece como mínimo para declarar un antihelmíntico como efectivo; se demuestra que en las cinco ganaderías existe resistencia antihelmíntica. En las ganaderías 1, 2, 3 y 5; el grupo A es el que refleja menor efectividad de la ivermectina, sin embargo; en la ganadería 4 ambos grupos presentan resultados similares, con un promedio del 70.94% (figura 1).

De forma general, y respondiendo a la hipótesis planteada al inicio de la investigación, se afirma que existe resistencia antihelmíntica en las cinco ganaderías evaluadas, en el municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas.

Los resultados observados en este estudio, son comparables a los publicados en otros países, como es el caso de México donde se reportó una reducción de hpg de heces frente a la ivermectina del 61% al 69% (González Garduño, 2012); o el caso de Argentina donde se reportó a penas una reducción entre el 38% y el 55% (Caracostantogolo, 2004); en Chile, donde la efectividad de la ivermectina se demostró ser inferior al 90.0% (Sievers y Alocilla 2007); o aún el caso más inquietante, un estudio de Nueva Zelanda, donde se reportó una ganadería con 0%, y otras con valores entre el 60% y 88% de reducción de hpg de heces (Waghorn, 2016). En la región centroamericana, Nicaragua y Costa Rica poseen estudios en los que se confirma la resistencia antihelmíntica a la ivermectina, así como a otros fármacos estimando la efectividad de la ivermectina en porcentajes del 31.25% al 100% y de 29% al 71% respectivamente (Rimbaud *et al* 2005, Maroto *et al* 2011). Los resultados de efectividad de la ivermectina obtenidos en algunas ganaderías de Nicaragua y Costa Rica están por debajo de los expresados en este estudio, y refleja que en la región centroamericana el problema de la resistencia antihelmíntica puede agravarse. Este mismo estudio en Costa Rica, menciona que las principales causas de la resistencia antihelmíntica están relacionadas a la frecuente administración del antihelmíntico, especialmente en los casos donde se utiliza tres o más veces al año en un mismo rebaño, así como la dosificación del fármaco con base en la estimación visual del peso (Maroto 2011).

Las causas o factores que contribuyen a la aparición de la resistencia antihelmíntica son varias; éstos pueden ser intrínsecos o extrínsecos. Los factores intrínsecos son aquellos relacionados directamente con el parásito y corresponden a aspectos de la genética, ecología, comportamiento, y fisiología de los parásitos; estos factores se encuentran fuera del control directo del hombre; y es necesario estudiarlos por medio de técnicas que detecten la frecuencia del fenotipo resistente en la población; como marcadores de ADN, y otras pruebas basadas en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). Los factores extrínsecos son los que se relacionan directamente con el hombre y los factores operativos del uso del producto; estos pueden ser la preservación del refugio, manejo de animales con cargas parasitarias elevadas, omisión de pruebas coprológicas, efecto residual, dosificación inadecuada, cálculo del peso del animal, uso alternativo del antihelmíntico, etc. (FAO 2003).

Refugio: de acuerdo a Torres *et al* (2007), este es el factor más importante en el desarrollo de la resistencia a los antihelmínticos. Cuando el 20% de los animales no son tratados, se retarda la evolución de resistencia y se ahorra en la compra de antihelmínticos (Torres *et al* 2007). Para esta investigación, el 100% de las ganaderías no considera el refugio al momento de desparasitar sus animales, de decir que lo usual es desparasitar a todo el hato en conjunto.

Animales con cargas parasitarias recurrentes o elevadas y omisión de pruebas coprológicas: los animales que a pesar de la administración de antihelmínticos tendrán siempre elevadas cargas parasitarias; éstos son reservorios, contaminan las pasturas y diseminan los parásitos resistentes a los antihelmínticos, perjudicando mayormente a los animales jóvenes (FAO 2003). Dado que el 100% de las ganaderías que participaron de esta investigación no realiza pruebas coprológicas para determinar la carga parasitaria mediante el conteo de huevos por gramo de heces, no hay manera de detectar a los animales con cargas parasitarias recurrentes. Si no hay un diagnóstico de parásitos nematodos previo a la administración de la Ivermectina, no se establece si existe una verdadera necesidad del uso del producto; siendo un riesgo para la aparición de nematodos resistentes al antihelmíntico (FAO 2003).

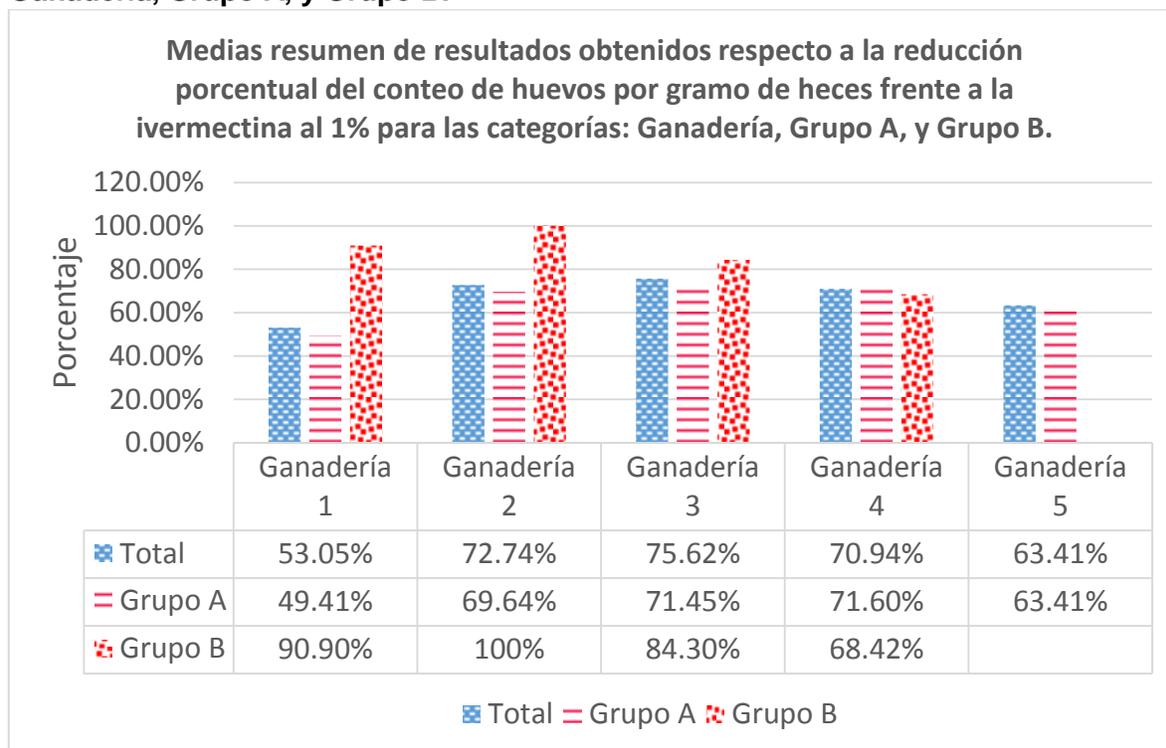
Efecto residual: de acuerdo a las encuestas realizadas previo al desarrollo de la investigación, el 100% de las personas cuyas ganaderías participaron de la investigación, ignoran que la ivermectina tiene un efecto residual muy prolongado, que puede ser de hasta 180 días; y que no debe administrarse durante la producción de leche, ni previo al descarte para consumo de carne.

Aplicación de dosis inadecuada y cálculo del peso del animal: existen diversas maneras de sobredosificar o subdosificar un fármaco. De acuerdo a las encuestas de esta investigación, los pequeños ganaderos no poseen el equipo necesario para pesar a un bovino, lo usual es calcular el peso con estimación visual, y aunque los ganaderos sepan la dosis aproximada del medicamento, si no cuentan con una manera de calcular el peso de manera más acertada (Torres *et al* 2007); la dosis será inadecuada; y esto podría estar ligado a la aparición de la resistencia antihelmíntica (Maroto 2011). Para este estudio se confirmó durante la fase de campo, que se aplican dosis inadecuadas en las cinco ganaderías participantes.

Uso alternativo de la ivermectina: en las encuestas realizadas para este estudio se refleja que es muy común el uso del producto para tratar otros padecimientos además de la parasitosis, como anorexia, debilidad, baja en la producción de leche, etc.; con base en creencias sobre cualidades ficticias de la efectividad del producto. Esto ocasiona que se aplique con más frecuencia, y sin pensarse destinada para eliminación de nematodos, es decir; que se sobredosifique.

Los resultados de este estudio sugieren que los animales de menor edad, es decir los del grupo A (menores de 12 meses), han sido los más afectados por el parasitismo. Respecto a los resultados obtenidos para el grupo B (de 12 a 24 meses) de las ganaderías 1 y 2, los cuales son de 90.9% y 100% respectivamente (Figuras A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7), cabe mencionar que en la ganadería 1 solo dos de los cuatro animales que conforman el grupo, superó el 90.0%; y en la ganadería 2, el grupo B está conformado por dos animales; sin embargo, al mostrar resistencia en la mayoría de los animales en ambas ganaderías, se puede decir que hay una tendencia hacia la disminución de la efectividad de la ivermectina, es decir hacia la resistencia antihelmíntica (Cuadro 1, y Figura 1). Los animales más jóvenes son los más propensos a padecer de parasitismo, tanto que además de ser vulnerables; han sido para el caso, los animales del grupo A, los que han presentado mayor carga parasitaria (hasta 7,450 huevos por gramo de heces), y menor efectividad de la ivermectina (hasta 12.5%). Se estima que a medida que el animal crece, desarrolla una respuesta inmune contra los parásitos, en este caso nematodos gastrointestinales. Esto es reafirmado por Quiroz (2011), cuando menciona que dentro del grupo de los rumiantes, los bovinos jóvenes y los pequeños rumiantes de cualquier edad son más susceptibles a nematodos gastrointestinales y pulmonares, razón por la cual se observa mayor inversión en antihelmínticos.

**Figura 1. Resumen de resultados obtenidos respecto a la reducción del conteo de huevos por gramo de heces frente a la ivermectina al 1% para las categorías: Ganadería, Grupo A, y Grupo B.**



En esta gráfica se observa que en el 100% de las cinco ganaderías existe resistencia antihelmíntica frente a la ivermectina. El grupo B de la ganadería 2 alcanzó un 100% de efectividad, sin embargo este grupo está conformado únicamente por dos animales.

Cuando se ha comprobado la resistencia a un antihelmíntico de alta eficacia, se recomienda usar otro fármaco antiparasitario (Marquez 2007). En vista de los resultados obtenidos y expresados aquí en los que se confirma la resistencia antihelmíntica a la ivermectina, se programaron visitas adicionales en las que se administró Albendazol al 10% en la dosis recomendada por el fabricante (10mg/kgPV), a los animales que demostraron poseer parásitos resistentes a la ivermectina, y 14 días después se hizo otra visita para realizar la última toma de muestra de heces; mismas que fueron trasladadas al laboratorio para ser procesadas, y comparar los resultados con los de la aplicación de ivermectina. Los resultados pueden apreciarse en el cuadro 1 (Figura A-8).

**Cuadro 1. Comparación de la reducción porcentual de huevos por gramo de heces de la Ivermectina y el Albendazol, respecto a grupos A y B, en las cinco ganaderías evaluadas.**

CONTEO DE HPG    CONTEO DE HPG

GANADERÍA	TRATAMIENTO	PREVIO AL TRATAMIENTO	POSTERIOR AL TRATAMIENTO	EFICACIA
1	IVERMECTINA	2,686	1,261	53.05%
	ALBENDAZOL	1,261	7	99.44%
GRUPO A	IVERMECTINA	3,430	1,735	49.41%
	ALBENDAZOL	1,735	10	99.42%
GRUPO B	IVERMECTINA	825	75	90.9%
	ALBENDAZOL	75	0	100%
2	IVERMECTINA	1,405	383	72.74%
	ALBENDAZOL	383	0	100%
GRUPO A	IVERMECTINA	1,621	492	69.64%
	ALBENDAZOL	492	0	100%
GRUPO B	IVERMECTINA	650	0	100%
	ALBENDAZOL	--	--	--
3	IVERMECTINA	1,075	262	75.62%
	ALBENDAZOL	262	0	100%
GRUPO A	IVERMECTINA	1,093	312	71.45%
	ALBENDAZOL	312	0	100%
GRUPO B	IVERMECTINA	1,037	162	84.3%
	ALBENDAZOL	162	0	100%
4	IVERMECTINA	833	241	70.94%
	ALBENDAZOL	241	0	100%
GRUPO A	IVERMECTINA	810	230	71.60%
	ALBENDAZOL	230	0	100%
GRUPO B	IVERMECTINA	950	300	68.42%
	ALBENDAZOL	300	0	100%
5 GRUPO A	IVERMECTINA	1,971	721	63.41%
	ALBENDAZOL	721	0	100%

Este cuadro expresa los resultados obtenidos referente a la reducción porcentual de huevos por gramo de heces posterior a la administración de ivermectina 1% y Albendazol 10%; tanto el total por ganadería, como por grupos (Figura m).

Los resultados obtenidos con el albendazol, expresan que las poblaciones de nematodos gastrointestinales en las cinco ganaderías participantes, son susceptibles al albendazol, y que su efectividad es muy buena, superando el 99% de acuerdo al estándar establecido por la FAO, que es del 90.0%. Esto puede deberse a que este producto se usa con menos frecuencia, por lo que los nematodos no han desarrollado resistencia antihelmíntica al mismo. Sin embargo; es necesario monitorear el uso y la efectividad del albendazol, ya que puede desarrollarse resistencia antihelmíntica, como en estudios realizados en Costa Rica demuestran que sí existe resistencia antihelmíntica al albendazol, con efectividad que varía del 8% al 96%, y que incluso se presenta como resistencia múltiple junto a la ivermectina (Maroto 2011). Otros estudios realizados en países como México, Uruguay, y Argentina también confirman la resistencia antihelmíntica frente al albendazol (Torres *et al* 2012).

Con relación a la identificación de las especies parasitarias, se debe tomar en consideración que la mayoría de los huevos de los nematodos gastrointestinales más

comunes en bovinos son muy similares y no es posible diferenciar un género o especie de otro, por tal motivo es necesario extender este análisis a otras técnicas complementarias, como la elaboración de cultivos fecales para la obtención de la L3 que son factibles de ser identificadas utilizando claves morfométricas diseñadas para este fin. Cuando se realiza la identificación coproparasitoscópica mediante las técnicas cualitativas o cuantitativas, se pueden distinguir con cierta facilidad los huevos de los siguientes géneros de nematodos gastrointestinales: *Nematodirus* spp., *Strongyloides* spp., *Trichuris* spp., y *Moniezia* spp.; pero, es difícil diferenciar los huevos de los géneros de nematodos: *Haemonchus* spp., *Mecistocirrus digitatus*, *Trichostrongylus* spp., *Ostertagia* spp., *Cooperia* spp., *Chabertia* spp., *Oesophagostomum* spp., y *Bunostomum* spp., ya que presentan una morfología muy similar (Liébano *et al* 2011).

En estudios realizados en el territorio nacional, se ha descrito la identificación de los géneros de nematodos: *Bunostomum*, *Capillaria*, *Cooperia*, *Haemonchus*, *Mecistocirrus*, *Nematodirus*, *Oesophagostomum*, *Ostertagia*, *Strongyloides*, *Trichostrongylus* y *Trichuris* (Bonilla 1997, Ramírez 2008), mismos géneros para los que en otros estudios se confirma que existe resistencia antihelmíntica (Torres *et al* 2012).

En este estudio, no fue posible la identificación de géneros de nematodos gastrointestinales hallados durante la fase de laboratorio, sin embargo; se puede afirmar que pertenecen a las superfamilias *Strongyloideae* y *Trichostrongyloideae*.

## 5. CONCLUSIONES

Con base en la información obtenida y examinada en este estudio, se concluye lo siguiente:

La información expuesta en este estudio sienta un precedente sobre la resistencia antihelmíntica en el país, ya que se demostró que existe resistencia antihelmíntica en las poblaciones de nematodos gastrointestinales frente a la ivermectina en las cinco ganaderías del municipio de Ilobasco que participaron en esta investigación.

En los resultados obtenidos en esta investigación, se encontró que los animales más jóvenes presentaron mayor incidencia de poblaciones de nematodos gastrointestinales con resistencia antihelmíntica.

El uso constante de la ivermectina para el control de nematodos parásitos del ganado bovino en estas cinco ganaderías, ya no representa una buena opción para el ganadero; dado que la resistencia a éste antihelmíntico es evidente (promedio en grupo menor  $\leq 12$  meses = 65.1%), su uso exclusivo representa pérdidas económicas y productivas en la explotación.

Las cinco ganaderías evaluadas en la presente investigación presentaron factores determinantes para el desarrollo de la resistencia antihelmíntica a nematodos gastrointestinales, los cuales incluyen: la preservación del refugio, manejo de animales con cargas parasitarias elevadas, omisión de pruebas coprológicas, efecto residual, dosificación inadecuada, cálculo del peso del animal, y uso alternativo del antihelmíntico.

El uso del albendazol representa una opción para el control de parásitos nematodos gastrointestinales resistentes a la ivermectina, en el país.

La identificación de especies de nematodos gastrointestinales es un proceso difícil de realizar, que requiere de técnicas complejas y a su vez de equipo especializado para llevar a cabo dichas técnicas.

## **6. RECOMENDACIONES**

Dados los resultados de este estudio, se recomienda:

Evaluar la presencia de resistencia sobre otros antihelmínticos y otras especies animales de producción y domésticas a nivel nacional.

Implementar medidas rigurosas de manejo para el control de parásitos en animales jóvenes para retardar la presencia de resistencia antihelmíntica como: realizar pruebas coprológicas para el diagnóstico de parasitismo e identificación de nematodos; determinar la carga parasitaria de un hato previo a la administración de cualquier fármaco antihelmíntico; realizar planes de control parasitario integrales, que no dependan únicamente de un antihelmíntico, sino que permita explorar otras opciones como alternancia de los antihelmínticos, desparasitación por grupos en diferentes fechas, control de pasturas, etc.; en la ganadería, debe llevarse un registro de las fechas en que se realizan las desparasitaciones, así como el fármaco, y cantidades utilizadas; esto servirá como referente para la evaluación de su eficacia; identificar a los animales que presentan mayor carga parasitaria posterior a tratamientos antihelmínticos y eliminarlos, pues éstos tienen problemas de inmunidad y actúan como diseminadores de parásitos resistentes; exigir que para la comercialización de ivermectina y otros antihelmínticos, se brinde orientación técnica sobre el uso de los mismos.

Divulgar la información que este estudio ofrece, tanto el concepto de resistencia antihelmíntica; como la evidencia de su presencia en el territorio nacional.

Buscar alternativas para calcular el peso de los animales, como puede ser el uso de medidas zoométricas; así las dosis serán calculadas con base en un dato más aproximado a la realidad, y se evitará la inadecuada dosificación.

Investigar la eficacia del albendazol para el control de los nematodos gastrointestinales en otras ganaderías del territorio nacional.

Implementar técnicas para la correcta identificación de especies de nematodos gastrointestinales.

Evitar el uso de ivermectina en animales jóvenes menores de dos años de edad.

Difundir información sobre el uso adecuado de la ivermectina así como de otros antiparasitarios, para retardar el desarrollo de la resistencia antihelmíntica, tomando en cuenta que los antiparasitarios son recursos no renovables cuya utilidad está limitada por la resistencia antihelmíntica.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, R.C. 2000.** Nematode parasites of vertebrates. Segunda ed. Ontario, CA. CABI publishing. 650p.
- Bonilla Martínez, F.R.; Menjívar Luna, E. y Rivas Menéndez, F. 1997.** Determinación del grado de infestación de parásitos gastrointestinales en ganado bovino, porcino y aves de corral en diez municipios del departamento de Usulután, El Salvador. Tesis Ing. Agr. El Salvador, UES.115p.
- Bowman, D. D. 2011.** Georgis Parasitología para Veterinarios. Novena edición. España. Elsevier. 453p.
- Caracostantogolo, J., Castaño, R., Cutullé, Ch., Cetrá, B., Laberti, R., Olaechea, F., Plorutti, F., Ruiz, M., Schapiro, J., Martínez, M., Balbiani, G., Castro, M., Morici, G., Eddi, C. 2004.** Evaluación de la resistencia a los antihelmínticos en rumiantes en Argentina. Argentina. 33p.
- Cordero del Campillo, M., Rojo Vásquez, F.A., Carvalho Varela, M., Diez Baños, P., Hernández Rodríguez, S., Martínez Fernández, A.R., Navarrete López-Cozar, I., Quiroz Romero, H., Sánchez Acedo, C. 2001.** Parasitología Veterinaria. Primera ed. Segunda reimpresión. McGraw Hill. España. 935p.
- Escobar, C., Villalobos, A., Núñez, J. 2014.** Medidas zoométricas del ganado bovino criollo de Panamá. Revista Investigación y Pensamiento crítico. Vol. 2. N° 5: 26-33.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT) 2003.** Resistencia de los Antiparasitarios: Estado con énfasis en América Latina. Servicio de Sanidad Animal FAO, Italia. 51p.
- Figuroa Hernández, L. E., Rodríguez Zea, M. E. 2007.** Manual de técnicas de diagnóstico en parasitología Veterinaria. USAC, Guatemala. Fac. de M.V.Z. p. 21-22.
- González Garduño, R., Torres Hernández, G., López Arellano, M. E., Mendoza de Gives, P. 2012.** Resistencia antihelmíntica de nematodos parásitos en ovinos. Revista de Geografía Agrícola. No. 48-49: 63-74.
- Gutiérrez Pabello, J. A. 2010.** Inmunología Veterinaria. México. Manual Moderno. 260p.
- Liébano Hernández, E., López Arellano, M. E., Mendoza de Gives, P., Aguilar Marcelino, L. 2011.** Manual de diagnóstico para la identificación de larvas de nematodos gastrointestinales en rumiantes. México. Grupo Garlong. 49 p.
- Maday, J. 2013.** FDA (Agencia de Drogas y Alimentos). Detecting and Preventing Drug-Resistant Parasites. (En línea). Estados Unidos. Disponible en <http://www.fda.gov/animalveterinary/safetyhealth/ucm366310.htm>.
- Maroto, R., Jiménez, A.E., Romero, J.J., Álvarez, V., De Oliveira, J. B., Hernández, J. 2011.** First report of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of sheep from Costa Rica (en línea consultado el 07 de febrero de 2017). Veterinary Medicine International. Vol. 2011. Disponible en [www.hindawi.com/journals/vmi/2011/145312/](http://www.hindawi.com/journals/vmi/2011/145312/) DOI: 10.4061/2011/145312.

**Márquez Lara, D. 2007.** Resistencia a los antihelmínticos en Nematodos de Rumiantes y estrategias para su control. Colombia. Corpoica. 166p.

**Ministerio de Economía de El Salvador (MINEC). 2009.** IV Censo Agropecuario 2007-2008 Resultados Nacionales, Cifras Oficiales. Dirección General de Estadística y Censos. San Salvador. 5979.

**Páez Sierra, J.D. y Vargas Velásquez, A. 2008.** Eficacia comparativa de la Ivermectina, Doramectina, Moxidectina y un grupo control no tratado frente al promedio de peso y al control parasitario en bovinos *bos indicus* de levante de 12 a 16 meses en la zona de Montería, Córdoba. Tesis (Medicina Veterinaria y Zootecnia). Colombia. Universidad CES. 55p. Disponible en [http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/549/2/Eficacia\\_comparativa\\_Ip\\_ermectina.pdf](http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/549/2/Eficacia_comparativa_Ip_ermectina.pdf)

**Quiróz Romero, H. 2012.** Parasitología. Cuarta reimpresión. México. LIMUSA. 827p.

**Quiróz Romero, H., Figueroa Castillo, J.A., Ibarra Velarde, F., López Arellano, M.E. 2011.** Epidemiología de Enfermedades parasitarias en animales domésticos. Primera Ed. México. 642p.

**Ramírez Chavez, C.G. 2008.** Determinación de las cargas parasitarias en terneras de lechería especializada manejadas en sistema de jaulas en Sonsonate, El Salvador. Tesis Med. Vet. Guatemala, USAC. 42p.

**Rimbaud, E., Zúniga, P., Doña, M., Pineda, N., Luna, L., Rivera, G., Molina, L., Gutiérrez, J., y Vanegas J. 2005.** Primer diagnóstico de resistencia a Levamisol e Ivermectina en nematodos gastrointestinales parásitos de ovinos Pelibuey en Nicaragua. Centro de Diagnóstico Veterinario, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Ciencias Comerciales, Managua, Nicaragua. Revista La Calera, Universidad Nacional de Costa Rica. Boletín de Parasitología. Vol. 5 No. 5: 49-51.

**Rivas, R. D. 2000.** Ilobasco, una Aproximación Histórica y Antropológica. El Salvador. Universidad Tecnológica de El Salvador.

**Sievers, G., Alocilla, A. 2007.** Determinación de resistencia antihelmíntica frente a Ivermectina de nematodos del bovino en dos predios del sur de Chile. Archivos de Medicina Veterinaria. Vol. 39. No. 1: 67-69.

**Sixtos, C. 2012.** Procedimientos y técnicas para la realización de estudios coproparasitológicos. Revista Virbac al día. No. 24:6-8.

**Sumano, L. H., Ocampo, C. L. 2001.** Farmacología Veterinaria. Segunda Edición. México. McGraw-Hill Interamericana. 680 p.

**Tizard, I. 2013.** Veterinary Immunology. Ninth Ed. China. Elsevier. 615p.

**Torres Vásquez, P.; Prada Sanmiguel, G.A. y Márquez Lara, D. 2007.** Resistencia antihelmíntica de los nematodos gastrointestinales del bovino. Revista de Medicina Veterinaria. No. 13: 59-76.

**Waghorn, T. S., Miller, C. M., Leathwick, D. M. 2016.** Veterinary Parasitology: Confirmation of ivermectin resistance in *Ostertagia ostertagi* in cattle in New Zealand. Nueva Zelanda. Elsevier. 229p.

## 8. ANEXOS

**Figura A-1: Instrumento de encuesta para selección de ganaderías.**



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA



### Datos Generales

Nombre: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_ Ubicación: \_\_\_\_\_

1. ¿Qué especies pecuarias tiene usted? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿Cuántas cabezas de ganado bovino posee usted? \_\_\_\_\_
3. ¿Cuántos animales de cada categoría posee usted?  
Toros\_\_\_\_ Vacas\_\_\_\_ Novillas\_\_\_\_ Vacas preñadas\_\_\_\_ Terneros\_\_\_\_
4. ¿Cuántos animales hay en producción láctea, en su propiedad? \_\_\_\_\_
5. ¿Cuánta leche produce diariamente? \_\_\_\_\_
6. ¿Cuál es el destino de la leche que produce?  
Mercados\_\_\_\_ Tiendas\_\_\_\_ Consumo\_\_\_\_ Queserías\_\_\_\_ Revendedor\_\_\_\_  
Otro: \_\_\_\_\_
7. ¿Con qué frecuencia desparasita a sus animales?  
1 vez al año \_\_\_\_ 3 veces al año \_\_\_\_  
2 veces al año \_\_\_\_ 4 veces al año \_\_\_\_ Más de 4 veces al año \_\_\_\_
8. ¿Desparasita a todos sus animales de una sola vez?  
Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
9. ¿Cuáles fueron las últimas 3 fechas aproximadas en que desparasitó a sus animales?  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
10. ¿Cómo aplica el desparasitante?  
Vía oral \_\_\_\_  
Inyectado \_\_\_\_
11. ¿Cómo establece las dosis a utilizar para desparasitar a sus animales?  
Peso en báscula \_\_\_\_ Peso al ojo \_\_\_\_ Dosis iguales para todos \_\_\_\_  
Según recomienda un veterinario \_\_\_\_  
Otro: \_\_\_\_\_
12. ¿Qué tipo de desparasitante utiliza?  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
13. ¿Utiliza siempre el mismo tipo de desparasitante?  
Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿Porqué? \_\_\_\_\_

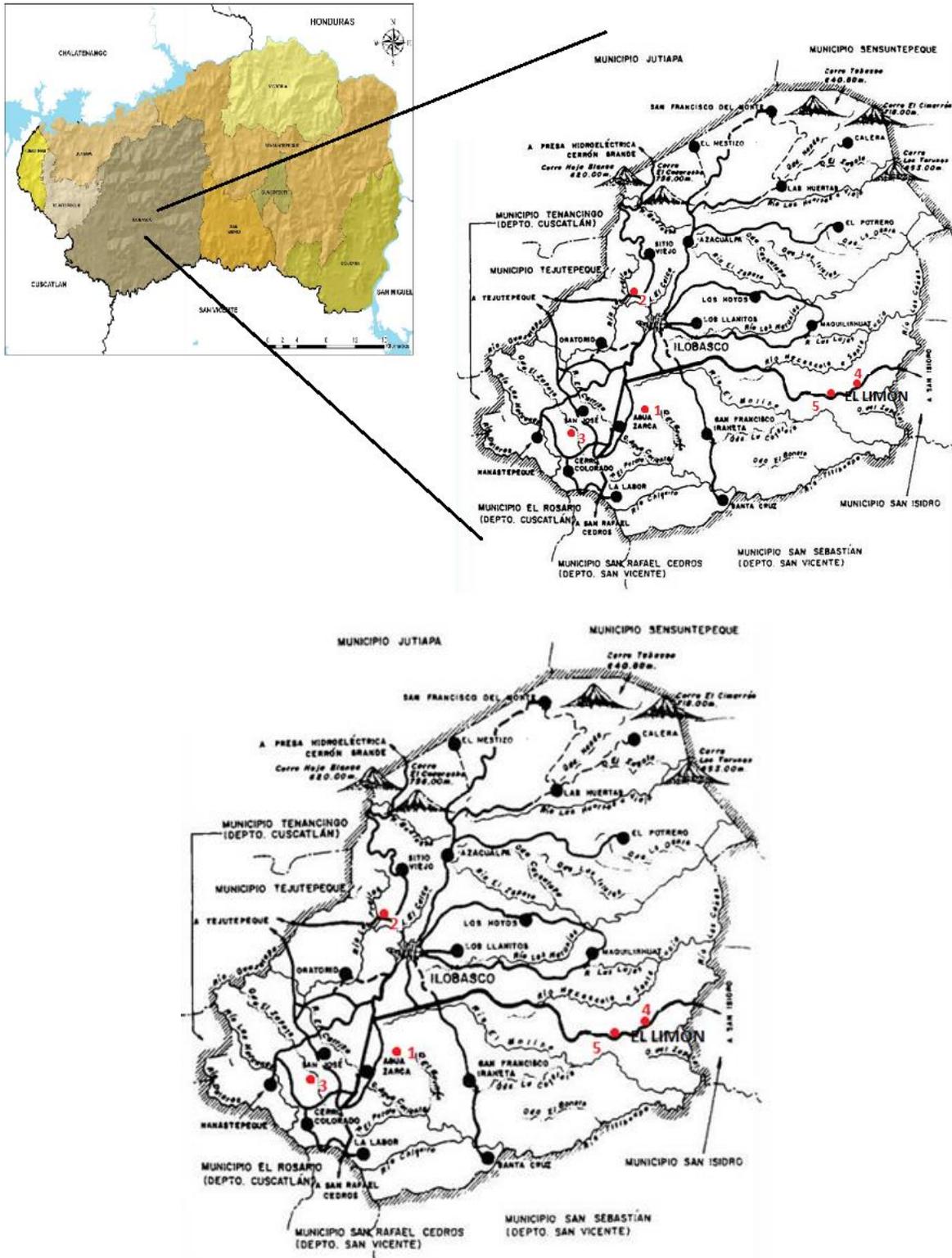
14. ¿Utiliza usted Ivermectina como desparasitante de preferencia?  
 Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
15. ¿Utiliza usted la Ivermectina para tratar algún tipo de padecimiento, además de las parasitosis?  
 Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿Qué padecimientos? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
16. ¿Mezcla la Ivermectina con otros productos?  
 Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿Qué productos? \_\_\_\_\_
17. ¿Recibe usted algún tipo de asistencia técnica para el uso de desparasitante en su ganado bovino?  
 Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿Con qué frecuencia? \_\_\_\_\_
18. ¿Ha realizado alguna vez exámenes coproparasitológicos a su ganado?  
 Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 ¿Qué resultados obtuvo? \_\_\_\_\_  
 ¿Qué desparasitante usó de acuerdo a lo encontrado? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
19. ¿Le gustaría realizar exámenes de heces para determinar la presencia de parásitos en su ganado bovino?  
 Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
20. ¿Estaría dispuesto a recibir asesoría técnica para la administración de desparasitantes en su ganado bovino?  
 Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
21. ¿Sabe usted qué es la Resistencia Parasitaria?  
 Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 ¿Qué medidas toma para evitar la Resistencia Parasitaria? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

#### **Cuadro A-1: Resultados de encuestas**

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta encuesta, los bovinos aptos para participar en este estudio son 48, se detallan a continuación:

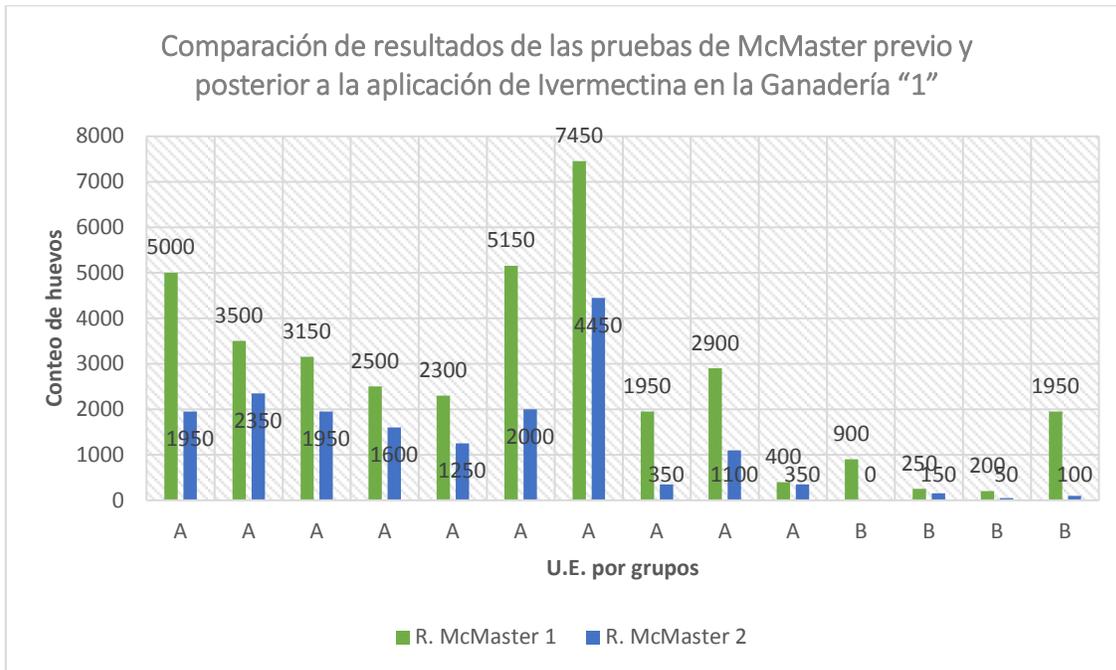
<b>GANADERÍA</b>	<b>APTOS</b>
1	14
2	9
3	12
4	6
5	7
	48

Figura A-2. Mapa de ubicación espacial del estudio

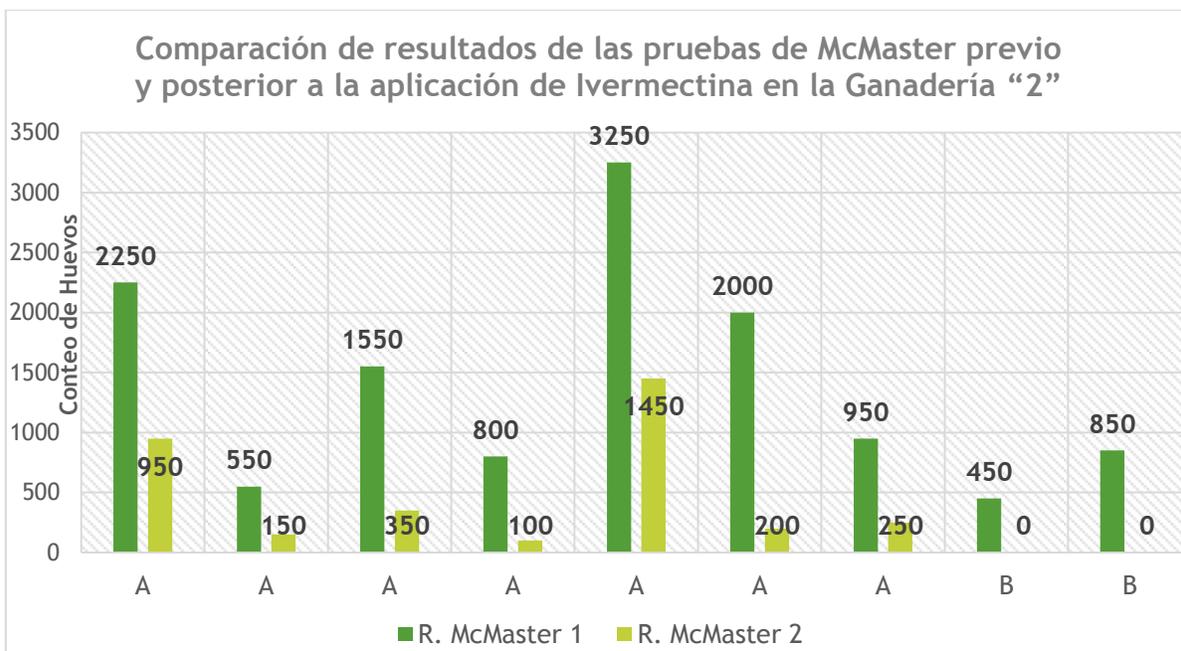


(Ministerio de Economía de El Salvador, 2009).

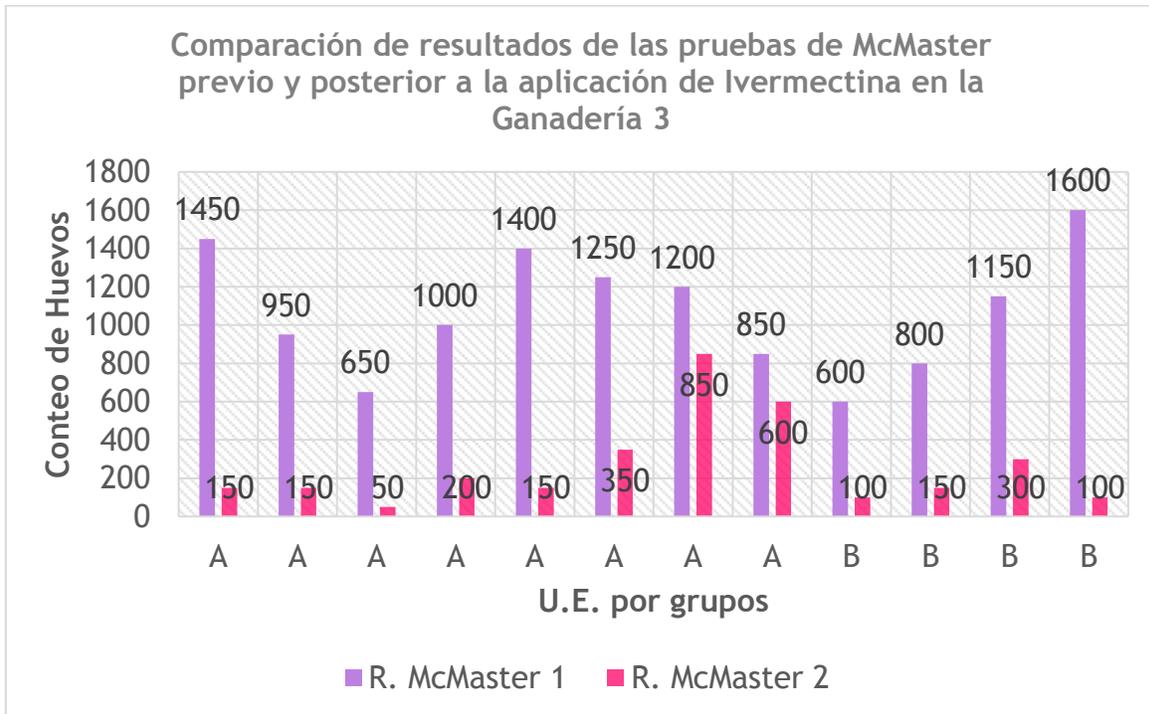
**Figura A-3. Comparación de resultados de las pruebas de McMaster previo y posterior a la aplicación de Ivermectina en la Ganadería “1”.**



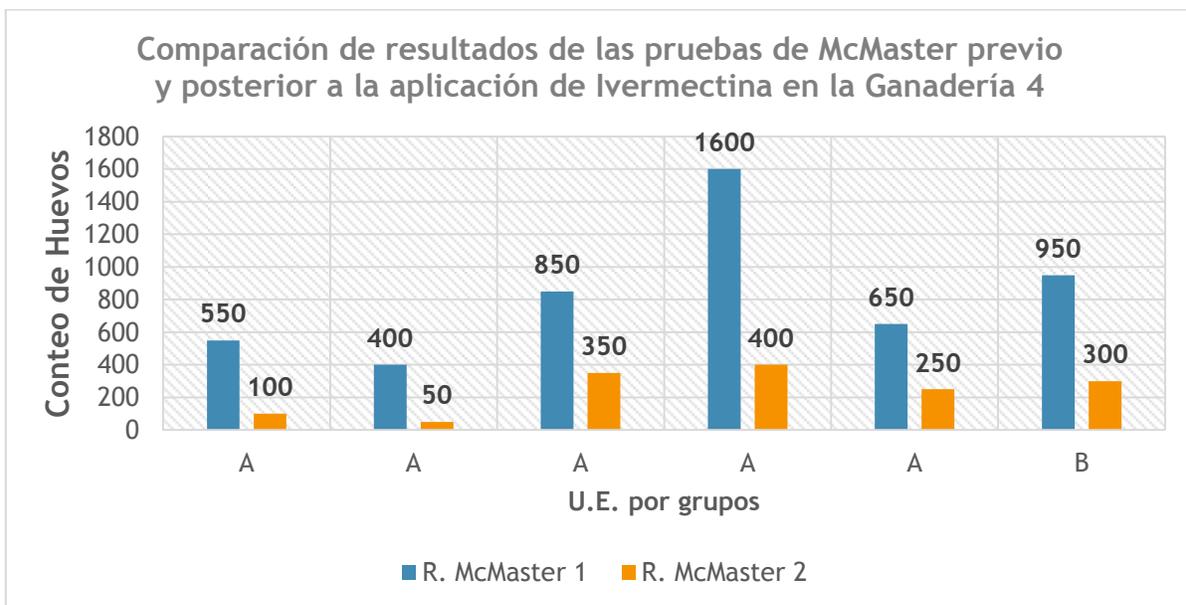
**Figura A-4. Comparación de resultados de las pruebas de McMaster previo y posterior a la aplicación de Ivermectina en la Ganadería “2”.**



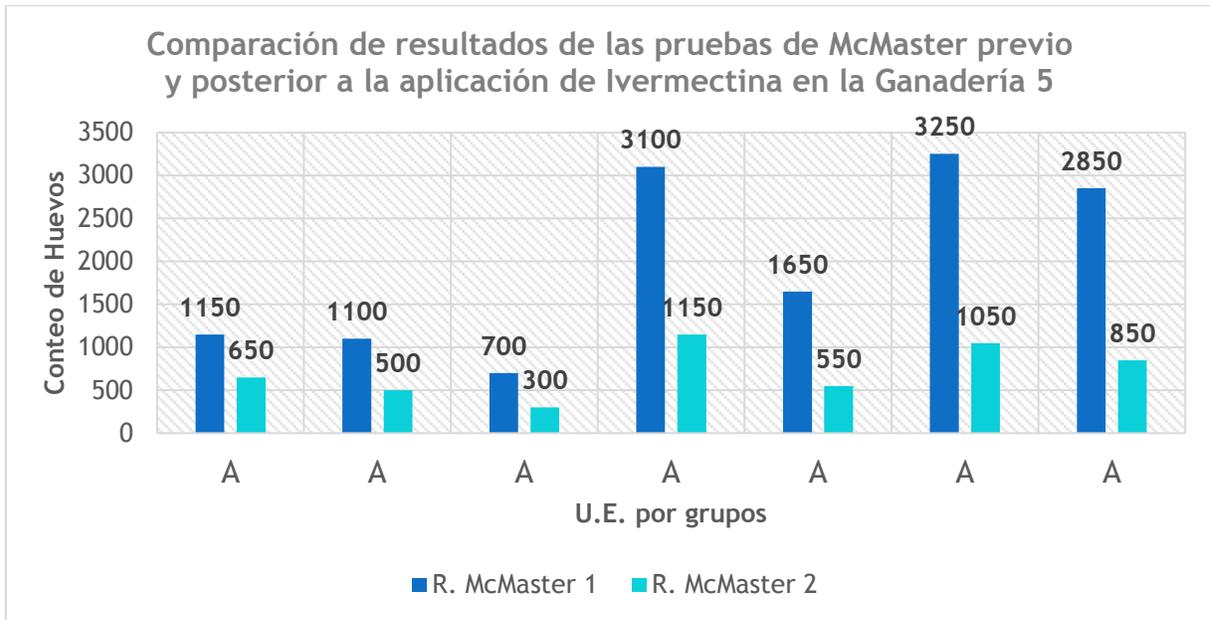
**Figura A-5. Comparación de resultados de las pruebas de McMaster previo y posterior a la aplicación de Ivermectina en la Ganadería “3”.**



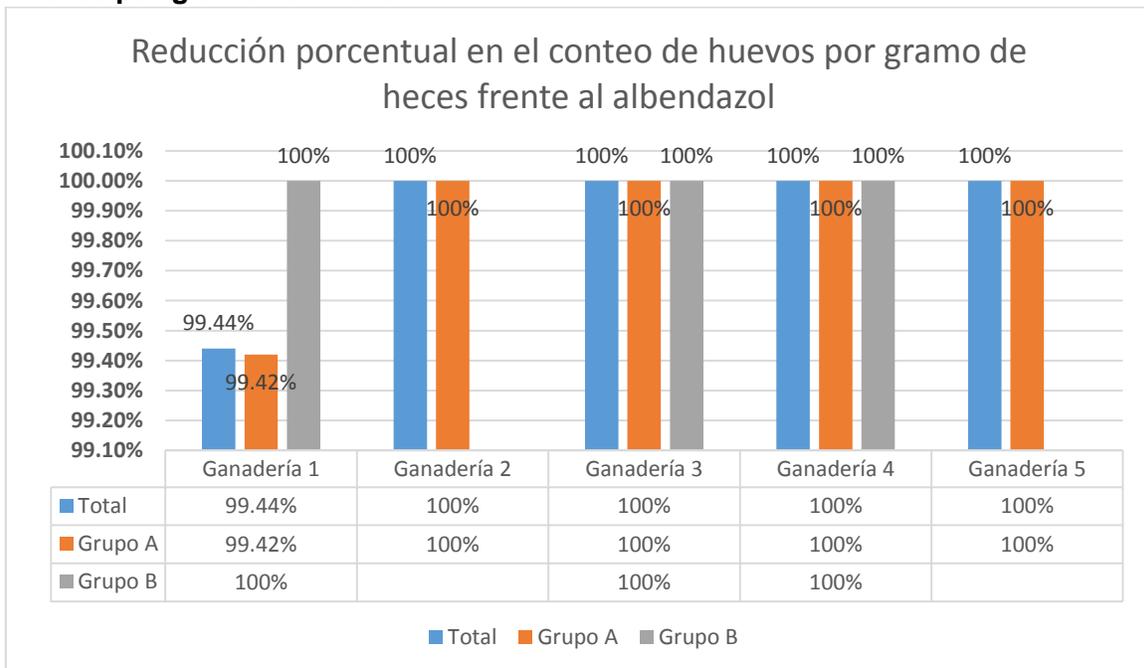
**Figura A-6. Comparación de resultados de las pruebas de McMaster previo y posterior a la aplicación de Ivermectina en la Ganadería “4”.**



**Figura A-7. Comparación de resultados de las pruebas de McMaster previo y posterior a la aplicación de Ivermectina en la Ganadería “5”.**



**Figura A-8. Resultados del albendazol en la reducción porcentual en el conteo de huevos por gramo de heces.**



**Figura A-9. Comparación de los resultados de la ivermectina y el albendazol en la reducción porcentual en el conteo de huevos por gramo de heces.**

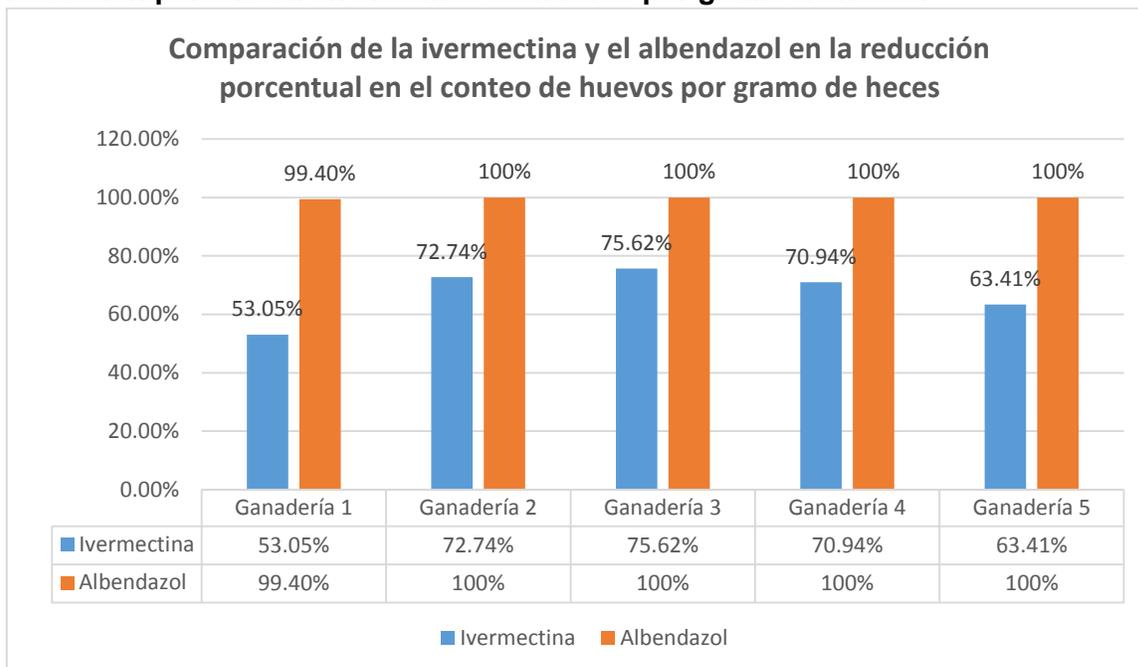


Figura A-10: Manual de buenas prácticas para el uso de los antiparasitarios en bovinos.





### *¿Qué es la resistencia antiparasitaria?*

La resistencia antiparasitaria es la disminución de la efectividad de los fármacos antiparasitarios, frente a los parásitos.

### *¿Por qué es importante?*

Es importante porque cuando un antiparasitario ya no es efectivo, y se sigue utilizando, se generan pérdidas económicas, relacionadas al uso del medicamento y a la disminución de la producción.



## ¿CÓMO SE ORIGINA LA RESISTENCIA ANTIPARASITARIA?

Existen muchos factores que favorecen la aparición de la resistencia; entre estos los más importantes son los siguientes:

### **Dosis inadecuadas:**

Cuando las dosis son muy altas o muy bajas de un antiparasitario, o cuando se utiliza con mayor frecuencia de lo necesario



### **Uso del antiparasitario para otros padecimientos:**

Está ligado a la sobredosificación. En muchos casos se administra un antiparasitario para tratar enfermedades en las que no está indicado, aumentando la frecuencia de uso innecesariamente.



### **Cálculo del peso del animal:**

En la mayoría de ganaderías el peso del animal se calcula al ojo, lo que favorece un error significativo a la hora de administrar la dosis, pudiendo ser ésta mayor o menor de lo indicada.

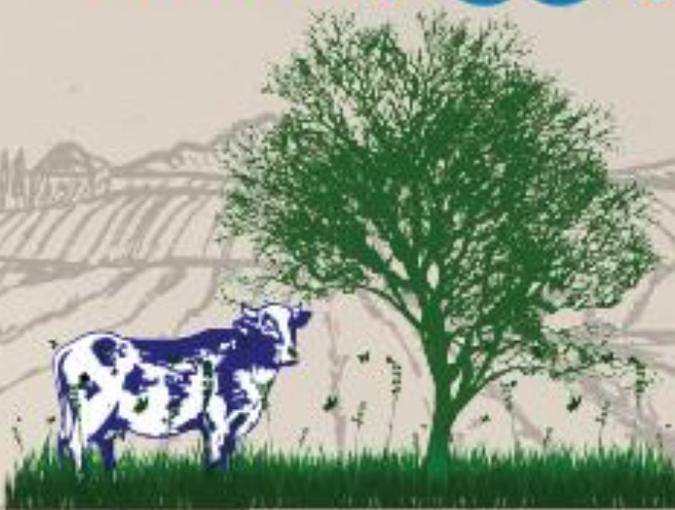




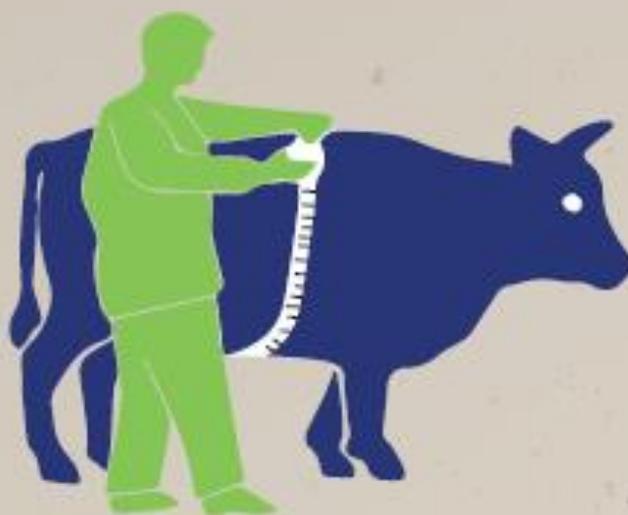
*Dosificar todos los animales  
al mismo tiempo:*

Esto favorece el incremento de la población  
de parásitos resistentes a los antiparasitarios.

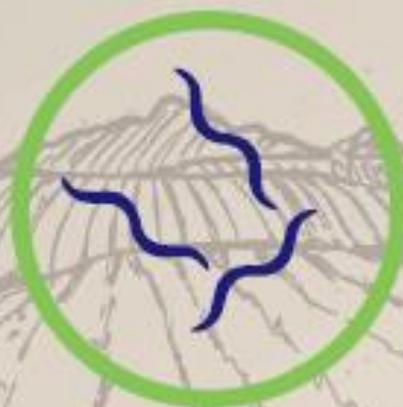
.....  
**¿CÓMO SE PUEDE EVITAR O RETARDAR LA APARICIÓN  
DE LA RESISTENCIA ANTIPARASITARIA?**  
.....



Es recomendable que antes de administrar un fármaco  
antiparasitario, se realice examen de heces para  
determinar si realmente es necesaria su aplicación.



Buscar alternativas para calcular el peso de los animales, así las dosis serán calculadas con base en un dato más aproximado a la realidad, y se evitará una dosificación inadecuada.



Utilizar los fármacos antiparasitarios únicamente para los casos indicados, y no para otros padecimientos no asociados al parasitismo.

Asesorarse con un profesional médico veterinario acerca del uso, dosis, vía de administración, y frecuencia de aplicación de los antiparasitarios.



No tratar a todos los animales al mismo tiempo: cuando se desparasite un hato, se recomienda dejar una quinta parte de los animales sin desparasitar, para retardar la aparición de la resistencia antiparasitaria.  
No tratar animales en producción láctea.

Evaluar la efectividad de productos antiparasitarios: comprobar mediante chequeo veterinario periódico.





**Universidad de El Salvador**  
UNIVERSITY OF EL SALVADOR



**DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Determinación de la resistencia de nematodos gastrointestinales a la ivermectina en bovinos de cinco paraderías del municipio de Ilobasco, departamento de Cabánas, El Salvador.

*Por: Arlen Ramírez*