



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS C-V



**Evaluación de la tintura de *Chenopodium ambrosioides* como
ascaricida en *Gallus gallus domesticus***

TESIS

que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA
TROPICAL**

Presenta

JESÚS ARMANDO MONTESINOS LÓPEZ F100033

Directora de tesis

DRA. MARÍA DE LOURDES ZARAGOZA MARTÍNEZ

Codirectora

DRA. MARÍA CELINA LUJÁN HIDALGO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. junio 2023.



Villaflores, Chiapas
04 de mayo de 2023
Oficio N° FCACV/D/0596/23

MVZ. JESÚS ARMANDO MONTESINOS LÓPEZ
MAESTRANTE EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS *CAMPUS V*
P R E S E N T E.

En atención a que usted ha presentado los votos aprobatorios del Honorable Jurado designado para su evaluación de posgrado, de la tesis titulada: **“Evaluación de la tintura de *Chenopodium ambrosioides* como ascaricida en *Gallus gallus domesticus*”**, por este conducto le comunico que se le autoriza la impresión del documento, de acuerdo a los lineamientos vigentes de la Universidad.

Sin otro particular, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“POR LA CONCIENCIA Y LA NECESIDAD DE SERVIR”

M. C. CARLOS ALBERTO VELÁZQUEZ SANABRIA
DIRECTOR

FACULTAD DE
CIENCIAS AGRONÓMICAS



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE CHIAPAS
DIRECCIÓN

C. c. p. Archivo

CAVS*marh.



Código: FO-113-09-05

Revisión: 0

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS DE TÍTULO Y/O GRADO.

El (la) suscrito (a) Jesús Armando Montesinos López,
Autor (a) de la tesis bajo el título de “ Evaluación de la tintura de Chenopodium
ambrosioides como ascaricida en Gallus gallus domesticus
”
presentada y aprobada en el año 2023 como requisito para obtener el título o grado
de MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL, autorizo a la
Dirección del Sistema de Bibliotecas Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH), a que
realice la difusión de la creación intelectual mencionada, con fines académicos para que
contribuya a la divulgación del conocimiento científico, tecnológico y de innovación que se
produce en la Universidad, mediante la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Consulta del trabajo de título o de grado a través de la Biblioteca Digital de Tesis (BIDITE) del Sistema de Bibliotecas de la Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH) que incluye tesis de pregrado de todos los programas educativos de la Universidad, así como de los posgrados no registrados ni reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT.
- En el caso de tratarse de tesis de maestría y/o doctorado de programas educativos que sí se encuentren registrados y reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), podrán consultarse en el Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Chiapas (RIUNACH).

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; a los 6 días del mes de junio del año 2023.

Jesús Armando Montesinos López

Nombre y firma del Tesista o Tesistas

Dedicatoria

A Dios gracias por cada circunstancia y momento vivido durante el proceso de realización de esta tesis. Gracias por cada día de vida, por continuar con salud, fuerzas y empeño. Gracias por cada experiencia y momento de aprendizaje porque así puedo crecer como persona. Gracias por este trabajo que es una gran bendición y por todas las que recibo a diario resultado de tu amor.

A mi familia, que soy lo que soy, por ellos...

Para mis padres Marcey y Armando por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles. Me han enseñado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. Este logro es también suyo.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome en diferentes momentos de la vida.

A mi esposa Ana Karen por el amor incondicional y por ser parte de la inspiración para seguir con este cometido. Gracias por tu ayuda y paciencia en aquellos momentos que el estudio y trabajo invadieron mi tiempo y energía.

A mi hija Marceli Coral que llegaste en el momento oportuno eres mi motor de energía y de inspiración.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-CONACYT, por el apoyo financiero otorgado a través de la beca de posgrado.

A la Universidad Autónoma de Chiapas por creer y confiar en mis capacidades al permitirme ser parte de la 14^a generación de la MCPAT y a sus docentes por compartir sus conocimientos y experiencias.

A la Doctora María de Lourdes Zaragoza Martínez, directora de tesis, por su apoyo, confianza, paciencia, orientación y entrega incondicional. No me dejo claudicar hasta lograr mi meta, no tengo palabras suficientes para agradecer.

A la Doctora María Celina Luján Hidalgo, codirectora de tesis, por ser parte de este proceso, por la confianza, su apoyo y durante la estancia en laboratorio por su paciencia y consejos.

A la Doctora María Guadalupe Rodríguez Galván, asesora, por su confianza, comprensión y apoyo brindado a lo largo de este proceso.

A la Doctora Paola Ubierno Corvalán, asesora, por su confianza, apoyo y asistencia para el desarrollo de esta investigación.

A la Maestra en ciencias Laura Cristina Hortua López, por su confianza, apoyo y orientación para el proceso en la realización de este trabajo.

A mis compañeros Denis y Rafael, por sus consejos, por brindarme esa amistad y compañía durante este proceso.

Gracias por todos los recuerdos que dejan en mi mente y en mi corazón.

A todos, gracias...

Contenido

Índice de cuadros	viii
Índice de figuras	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Planteamiento del problema	13
1.1.1 Preguntas de investigación	14
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo general	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 Hipótesis.....	15
2. REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1 Avicultura orgánica.....	16
Certificación orgánica agropecuaria	17
2.2 Fitoterapia en la avicultura	18
2.2.1 Uso de extractos de plantas con propiedades antihelmínticas.....	19
2.2.2 Mecanismo de acción de extractos de plantas	22
2.3 Descripción botánica de <i>Chenopodium ambrosioides</i>	23
2.3.1 Origen y distribución.....	24
2.3.2 Categoría taxonómica	25
2.3.3 Principales componentes químicos de <i>C. ambrosioides</i>	25
2.4 Tinturas	27
2.4.1 Extracto etanólico	28

2.4.2 Usos medicinales del epazote	29
2.5 <i>Ascaridia galli</i>	30
2.5.1 Ciclo biológico de <i>A. galli</i>	30
2.5.2 Signos clínicos.....	32
2.5.3 Control.....	32
3. MATERIAL Y MÉTODOS	34
3.1 Área de estudio	34
3.2 Métodos	35
3.2.1 Fase I. Elaboración y caracterización de tintura de <i>Chenopodium ambrosioides</i>	35
3.2.2 Fase II. Colecta e identificación de <i>Ascaridia galli</i>	37
3.3 Diseño experimental y análisis estadístico.....	39
4. RESULTADOS Y DISCUSION	40
4.1 Fase I. Caracterización de la tintura de <i>Chenopodium ambrosioides</i>	40
4.1.1 Rendimiento de extracción	40
4.1.2 Composición química del extracto de <i>C. ambrosioides</i>	41
4.2 Fase II. Establecimiento de la dosis.....	45
Identificación de <i>Ascaridia galli</i>	45
Dosis <i>In vitro</i> para determinar el efecto del extracto en huevos de <i>A. galli</i>	48
5. CONCLUSIONES	55
6. REFERENCIAS	57
7. ANEXOS.....	68

Índice de cuadros

Cuadro 1. Plantas medicinales utilizadas contra <i>Ascaridia galli</i> en <i>Gallus domesticus</i> . 19	19
Cuadro 2. Clasificación taxonómica de <i>Chenopodium ambrosioides</i> L. 24	24
Cuadro 3. Compuestos mayoritarios encontrados en el aceite esencial de <i>C. ambrosioides</i> por CG-EM. 27	27
Cuadro 4. Etnobotánica de <i>C. ambrosioides</i> alrededor del mundo. 30	30
Cuadro 5. Compuestos de extracción hexánico de <i>Chenopodium ambrosioides</i> detectados por cromatografía de gases-espectrometría de masas. 42	42
Cuadro 6. Resultados de las repeticiones con los diferentes tratamientos 52	52
Cuadro 7. Número de huevos dañados y no dañados por tratamiento 52	52

Índice de figuras

Figura 1. Esquema evolutivo de <i>Ascaridia galli</i>	31
Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.....	34
Figura 3. Manejo de la especie <i>Chenopodium ambrosioides</i>	35
Figura 4. Elaboración del extracto hidroalcohólico.	36
Figura 5. Técnica de flotación.....	37
Figura 6. <i>Ascaridia galli</i> identificado en laboratorio.	38
Figura 7. Prueba <i>in vitro</i> con huevos de <i>Ascaridia galli</i>	39
Figura 8. Rendimiento en gramos de <i>C. ambrosioides</i>	41
Figura 9. Humedad y Rendimiento del extracto de <i>C. ambrosioides</i>	41
Figura 10. Identificación de <i>Ascaridia galli</i>	45
Figura 11. Vista ventral del extremo posterior del macho.....	46
Figura 12. Gusanos adultos de <i>A. galli</i>	47
Figura 13. Huevos de <i>A. galli</i>	47
Figura 14. Huevo de <i>A. galli</i>	48
Figura 15. Huevo de <i>A. galli</i> deformado y pared rota con 100mg/mL de extracto.	49
Figura 16. Huevo de <i>A. galli</i> con deformación y lisis en interior, con cristales de Fenbendazol.....	49
Figura 17. Correspondencias simples basado en <i>Chi Cuadrado</i>	53
Figura 18. Análisis de contingencias de huevos de <i>A. galli</i> dañado y no dañados.....	53
Figura 19. Análisis <i>Chi cuadrado</i>	68
Figura 20. Análisis de correspondencia simples basado en <i>Chi Cuadrado</i>	68

RESUMEN

En los diferentes sistemas productivos avícolas se presentan las infestaciones por helmintos, principalmente *A. galli* y que se asocia con pérdidas en la producción, además de tener 22% a 64% de prevalencia en todo el mundo.

El objetivo de este trabajo fue contribuir al sector productivo de la avicultura orgánica a disponer de una alternativa congruente para enfrentar la ascaridiosis, mediante el uso de la tintura de *Chenopodium ambrosioides*. Se obtuvo la tintura de *C. ambrosioides* mediante maceración a temperatura ambiente durante 7 días con etanol al 70% en frasco color ámbar. Posteriormente se centrifugó a 4000 rpm por 10 min., el sobrenadante se filtró y se llevó a un rotaevaporador para eliminar el etanol. El residuo acuoso se deshidrató en una liofilizadora LabConco a -40 °C durante 72 h. Se caracterizaron los compuestos volátiles presentes en el extracto de *C. ambrosioides* mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) empleando una columna DB-Waxter (60cm x 0.25mm x 0.25µm) y Helio como gas acarreador a un flujo de 1 mL/min. La temperatura del puerto de inyección fue 250° C y la del detector 150 °C. Se hizo la colecta e identificación de *Ascaridia galli* y se determinó si la tintura es capaz de producir daño en huevos *in vitro*. Se evaluaron las concentraciones 100 mg/mL, 50 mg/mL y 25 mg/mL del extracto de *C. ambrosioides*. Como resultado se obtuvo 10.95 g de extracto etanólico del *C. ambrosioides*, por lo que el rendimiento del extracto fue igual a 8.04%. El componente principal es 1-Azabicyclo[2.2.2]octan-3-one con 44.2% de abundancia, en seguida se encuentra el 2-Ciclohexen-1-ol,1methyl-4-1(1methylethenyl)trans con 11.1%, también Ciclohexanol,2-methylene-5-(1-methyethenyl)- con 3.3%, Cyclohexanone, 2-ethyl- 3.2%, 5-isopropenyl-2-methylcyclopent-1-enecarboxaldehyde 2.7%, 2-Ciclohexen-1-ol,2-methyl-5-(1-methylethenyl)-,cis 2.4%, Pyrazole-4-carboxylic acid,5-amino 2.06% , D limoneno 1.2%, Phenol,2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- 1.05%, Linoleic acid ethyl ester 0.52%. La dosis efectiva *in vitro* del extracto de *Chenopodium ambrosioides* establecida en el presente trabajo fue de 100 mg/mL que genera daños en huevos de *A. galli*.

PALABRAS CLAVE: Epazote, extracto, helmintos.

ABSTRACT

In the different poultry production systems, helminth infestations occur, mainly *A. galli*, which is associated with production losses, in addition to having a 22% to 64% prevalence worldwide.

The objective of this work was to contribute to the productive sector of organic poultry farming to have a consistent alternative to deal with ascaridiosis, through the use of *Chenopodium ambrosioides* tincture. The tincture of *C. ambrosioides* was obtained by maceration at room temperature for 7 days with 70% ethanol in an amber bottle. Subsequently, it was centrifuged at 4000 rpm for 10 min., the supernatant was filtered and taken to a rotary evaporator to eliminate the ethanol. The aqueous residue was dehydrated in a LabConco lyophilizer at -40 °C for 72 h. The volatile compounds present in the *C. ambrosioides* extract were characterized by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS) using a DB-Waxter column (60cm x 0.25mm x 0.25µm) and Helium as carrier gas at a flow of 1 mL/min. The injection port temperature was 250°C and the detector 150°C. The collection and identification of *Ascaridia galli* was made and it was determined if the dye is capable of causing damage to eggs in vitro. The concentrations 100 mg/mL, 50 mg/mL and 25 mg/mL of the extract of *C. ambrosioides* were evaluated. As a result, 10.95 g of ethanolic extract of *C. ambrosioides* was obtained, so the yield of the extract was equal to 8.04%. The main component is 1-Azabicyclo[2.2.2]octan-3-one with 44.2% abundance, followed by 2-Cyclohexen-1-ol,1methyl-4-1(1methylethenyl)trans with 11.1%, also Cyclohexanol,2-methylene-5-(1-methylethylene)- con 3.3%, Cyclohexanone, 2-ethyl- 3.2%, 5-isopropenyl-2-methylcyclopent-1-enecarboxaldehyde 2.7%, 2-Cyclohexen-1-ol,2 -methyl-5-(1-methylethenyl)-,cis 2.4%, Pyrazole-4-carboxylic acid,5-amino 2.06% , D-limonene 1.2%, Phenol,2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- 1.05 % , Linoleic acid ethyl ester 0.52%. The in vitro effective dose of the *Chenopodium ambrosioides* extract established in the present work was 100 mg/mL, which causes damage to *A. galli* eggs.

KEY WORDS: Epazote, extract, helminths.

1. INTRODUCCIÓN

La avicultura ecológica de postura y engorda, cada día se abre paso en el mercado, si bien este tipo de producto tiene un costo económico adicional, la demanda de consumidores exigentes con las características de calidad y naturalidad del producto crece sin importar el costo.

Las de cría de la parvada se centran en las condiciones de vida que permiten comportamientos naturales, alimentos a base de cereales orgánicos y proporcionan acceso al aire libre, manejo preventivo de la salud con prohibición de antibióticos u otros medicamentos, aunque, se aceptan utilizar vacunas. El pienso orgánico debe ser cultivado sin aditivos sintéticos, fertilizante y pesticida (Fanatico *et al.*, 2009).

Sin embargo, existe un factor que afecta seriamente a la salud y a la productividad del sistema de producción, causada por *Ascaridia galli*, una enfermedad parasitaria emergente y que a nivel mundial se estima una prevalencia de *Ascaridia galli* (35,9%), *Heterakis gallinarum* (28,5%), *Capillaria* spp. (5,90%) y *Raillietina* spp. (19,0%) (Shifaw, *et al.*, 2021).

Muchos tratamientos con antihelmínticos comerciales experimentan problemas, como altos costos, riesgos de contaminación ambiental, efectos adversos sobre la salud del huésped y resistencia generalizada a los antihelmínticos. Además, los residuos de fármacos en la carne de aves de corral pueden provocar carcinogénesis y resistencia a los agentes causales. La resistencia a los fármacos es causada por efectos terapéuticos subdosificados (Mubarokah *et al.*, 2019).

Una de las principales ventajas de utilizar tratamientos a base de plantas es que se pueden añadir al alimento y agua de bebida y no hay tiempo de espera o retiro, lo que no suele pasar con los productos convencionales; este tipo de avicultura está regulada en Europa por los reglamentos CE 834/2007 y 889/2008 (Diario oficial de la Unión Europea, 2013). Los cuales establecen las normas generales que deben cumplir las granjas que trabajan en producción ecológica.

La medicina natural está cobrando auge ya que puede representar una alternativa en el tratamiento de enfermedades o para la prevención de éstas en humanos y animales, siendo una opción que resulta económica, así como de fácil acceso y con mayor margen de seguridad.

1.1 Planteamiento del problema

Las infecciones por helmintos son comunes en todo el mundo en todo tipo de sistemas de producción avícola. Las infecciones como las ascaridiosis son importantes ya que pueden estar asociadas con pérdidas de producción, *Ascaridia galli* es a menudo la más prevalente entre 22% a 64% de nematodo gastrointestinal en sistemas de producción de gallinas ponedoras con acceso a áreas al aire libre (Jeni *et al.*, 2021). Pero los helmintos también pueden aumentar el riesgo de que los pollos se infecten con patógenos como *Pasteurella multocida* y *Escherichia coli*. Además, pueden servir como vectores de transmisión de infecciones patógenas, como *Histomonas meleagridis* y *Salmonella enterica serovar Typhimurium*, siendo esta última una zoonosis importante (Thapa *et al.*, 2015).

Relacionado con el control sanitario de la producción avícola, existe el uso indiscriminado de fármacos antihelmínticos que representan, altos costos, riesgos de contaminación ambiental, efectos adversos sobre la salud del huésped y la resistencia generalizada a los antihelmínticos. Además, los residuos de fármacos en la carne de aves de corral pueden provocar carcinogénesis (Mubarokah *et al.*, 2019).

Por tanto, el uso de plantas medicinales con esta función emerge como una posibilidad, rescatando la cultura de la medicina popular. Destacando así la deficiencia de los estudios científico relacionado con esta forma de gestión profiláctico en el sistema de producción orgánica animal (Soares *et al.*, 2011).

Diversas investigaciones han demostrado que los extractos a base de *Chenopodium ambrosioides* tienen efectos positivos en la intervención de parasitosis en seres humanos y animales domésticos, esta es una alternativa natural, económica y práctica para el control de nemátodos intestinales por lo que el objetivo de la presente investigación es

contribuir al sector productivo de la avicultura orgánica a disponer de una alternativa congruente para enfrentar la ascaridiosis.

1.1.1 Preguntas de investigación

De lo anteriormente planteado, se desprenden las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué alternativas tiene el avicultor orgánico para controlar enfermedades como la ascaridiosis?

¿Qué impactos a la salud humana implica el consumo de productos proveídos por parvadas con *Ascaridia galli*?

¿Cuál es la composición química de la tintura de *Chenopodium ambrosioides*?

¿Existen diferencias en el control de *Ascaridia galli in vitro*, entre las tinturas etanólicas y los tratamientos comerciales?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Contribuir al sector productivo de la avicultura orgánica a disponer de una alternativa congruente para enfrentar la ascaridiosis, mediante el uso de la tintura de *Chenopodium ambrosioides*.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar la composición química de la tintura obtenida a partir de *Chenopodium ambrosioides* mediante Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas (CG-EM).
- b) Establecer la dosis efectiva en huevos de *Ascaridia galli in vitro* de la tintura de *Chenopodium ambrosioides*

1.3 Hipótesis

Los componentes químicos presente en la tintura afecta a los huevos de *Ascaridia galli*, lo que determina su efecto ascaricida.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Avicultura orgánica

Las prácticas de cría de la parvada se centran en las condiciones de vida que permiten comportamientos naturales, alimentos a base de cereales orgánicos y proporcionan acceso al aire libre, manejo preventivo de la salud con prohibición de antibióticos u otros medicamentos, aunque, se pueden utilizar vacunas. El pienso orgánico debe ser cultivado sin sintéticos, fertilizante ni pesticida; los pastos a los que tienen acceso las aves también deben ser orgánicos. Actualmente no se requiere que los criaderos sean orgánicos, y se pueden usar pollitos convencionales si están bajo manejo orgánico al segundo día después de la eclosión (Fanatico *et al.*, 2009).

La avicultura orgánica concede a las gallinas una vida de calidad, que sigue las estaciones y las diversas condiciones atmosféricas, además que les permite anidar e incubar a sus polluelos. El principal objetivo de la producción animal orgánica, es que las especies estén adaptadas a las condiciones locales (Maya, 2014). Se debe fomentar la buena salud y bienestar de los animales, respetando su comportamiento natural es decir la alimentación debe ser a base de granos de cereal, restos de forraje, hierbas, lombrices, larvas, hormigas, moscas etcétera; en caso de administrar piensos, los a los aditivos y coadyuvantes tecnológicos para la fabricación de estos deben estar autorizados en el Reglamento (UE) 2018/848 (Carné, 2019).

Dentro de la producción orgánica en aves, esta se divide en producción orgánica de huevo y carne. Para denominar un huevo como “orgánico” debe estar certificado bajo la Ley de Producción Orgánica en México. Además estos huevos deben provenir de granjas en las que las aves están certificadas como orgánicas y sean manejadas bajo prácticas orgánicas, entre las cuales se encuentran: libre acceso a espacios exteriores; espacios dentro y fuera de las casetas de tal forma que les permiten a las aves realizar sus funciones básicas como aletear, tomar baños de arena, picotear, explorar, procurando que tengan las condiciones óptimas para prevenir enfermedades, una alimentación basada en una dieta permitidas en el estándar orgánico, así como el uso de insumos para

tratar enfermedades, se trate de sustancias permitidas, entre otros. Los productores de huevo orgánico siempre deberán observar las medidas sanitarias y de bioseguridad establecidas por la regulación correspondiente (SENASICA, 2020).

Existe una creciente demanda de productos orgánicos a nivel internacional y a su vez en México se incrementa el número de productores desean adoptar este sistema de producción. En el año 2015 se certificaron bajo la normativa mexicana, a 23 unidades de producción, lo que significó 364,000 pollos para engorda y 138,601 kg de huevo; principalmente en los estados de Campeche, Ciudad de México, Guanajuato, Veracruz, Jalisco, Nuevo León y Yucatán. (SENASICA 2020).

Certificación orgánica agropecuaria

Maya (2014), indica que las granjas avícolas orgánicas deben procurar cumplir con los lineamientos de certificación, se deben considerar los siguientes requisitos:

- Cumplir con lineamientos y requisitos establecidos por la norma mexicana o las normas internacionales. El productor deberá estar familiarizado con las normas de acuerdo a cumplir y a certificarse.
- Asesoría y Capacitación en el desarrollo del Plan de Manejo Orgánico dentro de la unidad productiva. Es el documento más importante para obtener la certificación orgánica. Es importante que el productor tenga un acompañamiento continuo por parte de un consultor especializado y gestor en materia de ganadería y agricultura orgánica.
- Inspección, aprobación y certificación de los productos por parte de una agencia autorizada en México en materia de certificación orgánica tanto para la agricultura o ganadería orgánica. Por ejemplo: Agencia Ceres, Metrocert, Certimex, Agricert, OCIA, IMO Control (SENASICA, 2020).

Sin embargo, aún existen algunas dificultades o retos que enfrentan los productores de huevo orgánico cuando tramitan la certificación orgánica; como son:

- Conseguir aves que se adapten a la producción orgánica.

- Contar los espacios suficientes para cumplir con el Acuerdo de Lineamientos (carga animal por m² en zona cubierta y al aire libre).
- Contar con alimento orgánico certificado o parcelas para producir el alimento (las cuales deben de pasar por un periodo de conversión de tres años) (SENASICA, 2020).

2.2 Fitoterapia en la avicultura

Cuando hablamos de tratamientos con medicamentos químicos comerciales, se experimentan diversos problemas, como altos costos, riesgos de contaminación ambiental y resistencia generalizada por los agentes patógenos. Además, los residuos de fármacos en la carne de aves de corral pueden provocar carcinogénesis y resistencia a los agentes causales (Mubarokah *et al.*, 2019).

Por lo anterior, es necesario encontrar tratamientos alternativos para combatir las enfermedades que se presentan en las aves domésticas en producción. Varios estudios han enfatizado la importancia de desarrollar agentes etnomedicinales alternativos extraídos de materiales vegetales y que contienen sustancias activas como flavonoides, taninos, saponinas, monoterpenos, sesquiterpenos, fenoles, quinonas y alcaloides (arecolina y arecaína) (Amudhan *et al.*, 2012).

De esta manera, dentro del sector avícola las alternativas naturales al uso de antibióticos y a la protección de la salud intestinal más estudiadas han sido: los ácidos orgánicos, aceites esenciales, extractos de plantas, probióticos y prebióticos. Si bien, estos principios tienen una utilidad por sí mismos, la tendencia general es emplear combinaciones distintas, buscando sinergias, de cada uno de ellos.

Actualmente las líneas más desarrolladas y con mayor experiencia son los fitobióticos, sustancias extraídas de las plantas (polvos y/o aceites esenciales de hierbas, hojas, raíces o frutos), que actúan frente a bacterias y que se añaden al alimento para promover mejoras zootécnicas y rendimientos en los parámetros productivos; así mismo, son promotores naturales del crecimiento y proporcionan un efecto beneficioso sobre salud intestinal e inmunidad (Laguna *et al.*, 2019).

Una de las ventajas de estos productos es que cumplen estrictamente con el marco legislativo vigente, no precisan de periodos de supresión, no dejan residuos en canales y huevos y no requieren de prescripción veterinaria. En avicultura de postura, los fitobióticos se orientan principalmente, como mejoradores de parámetros zootécnicos, control de simbiosis intestinal y de integridad intestinal, protección de órganos encargados de procesos de detoxificación, moduladores y estimulantes del sistema inmune, prevención y/o control de parasitosis y promotores de los procesos respiratorios (Laguna *et al.*, 2019). Op. cit.

2.2.1 Uso de extractos de plantas con propiedades antihelmínticas

Se han estudiado los extractos de diferentes plantas con propiedades antihelmínticas y estas alternativas podrían mejorar tanto la economía, como la sostenibilidad de la producción avícola orgánica y de corral al aire libre (Cuadro 1).

Cuadro 1. Plantas medicinales utilizadas contra *Ascaridia galli* en *Gallus domesticus*.

Plantas	Parte que se utiliza	Forma de uso	Aplicación
<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne (calabaza)	Semilla	Extracto etanólico	<i>In vitro</i>
<i>Areca catechu</i>	Semilla	Extracto acuoso crudo	<i>In vitro e in vivo</i>
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L (epazote)	Tallos y Hojas	Extractos acuosos, extracto etanólico	<i>In vitro</i>
<i>Melia azadarach</i> L (cinamomo)	Hojas	Extractos acuosos	<i>In vitro</i>
<i>Carica papaya</i> L (papaya)	Semillas	Extractos acuosos, extracto etanólico	<i>In vitro</i>
<i>Morinda citrifolia</i> L. (noni)	Fruto	Extractos acuosos, extracto etanólico	<i>In vitro e in vivo</i>
<i>Mimosa púdica</i> L.	Hojas	Extracto etanólico	<i>In vivo</i>
Orbiliales, Orbiliaceae	Microhongo		<i>In vitro</i>

Fuente: Elaboración propia.

En Camerún, Nghonjuyi *et al.* (2020), estudiaron el extracto etanólico de hoja de *Mimosa pudica* y el extracto de semilla de *Carica papaya* sobre la tasa de reducción de producción de huevos de *Ascaridia galli*. Los resultados mostraron que las concentraciones de ambos extractos tienen un efecto significativo en la disminución de la producción de huevos en las heces de las aves. Esta reducción en el recuento de huevos podría ser atribuido a la mimosina, un compuesto activo de la *Mimosa pudica*; También se ha utilizado el extracto etanólico de semillas de calabaza amarilla (*Cucurbita moschata* Duchesne) como nematocida para *Ascaridia galli* concluyendo que el extracto etanólico de semillas de calabaza amarillas con dosis de 25 mg / ml, 50 mg / ml y 100 mg / ml *in vitro* dentro de las 36 horas pueden conducir a la mortalidad de *Ascaridia galli* (Zakiah *et al.*, 2020).

En Indonesia, se evaluaron los efectos *in vitro* e *in vivo* del extracto acuoso crudo de *Areca catechu* como antihelmíntico contra *A. galli*. el cual causó daño en la morfología, incluido el extremo anterior, el posterior y la vulva, de *A. galli in vitro*. Los extractos de *Areca catechu* puede causar cambios morfológicos y la muerte subsecuente en adultos de *A. galli in vitro* y disminuir efectivamente la severidad de la ascariasis en pollos, aumentando así el peso corporal general *in vivo* (Mubarokah *et al.*, 2019).

Asimismo, Abdelaziz *et al.* (2018), trabajaron en la actividad antihelmíntica *in vitro* e *in vivo* con extractos de semilla de calabaza y cáscaras de granada, contra *Ascaridia galli*, encontraron que estos extractos tienen una eficacia leve sobre el gusano adulto.

En este sentido, Husuri *et al.* (2018), evaluaron la actividad antihelmíntica del extracto de hojas de *Acanthus ilicifolius* contra *Ascaridia galli* y *Pheretima posthuma* utilizando tres concentraciones distintas de 15, 20 y 25 mg/ml las cuales mostraron actividad antihelmíntica en *Ascaridia galli* y *Pheretima posthuma*.

Resultados similares fueron reportados por Patilaya *et al.* (2017), quienes utilizaron el extracto etanólico de hojas de *Curanga fel-terrae* en *Ascaridia galli*.

De forma *in vitro* e *in vivo* también se ha utilizado el *Chenopodium ambrosioides* para controlar endoparásitos en gallinas demostrando una alta tasa de reducción de la

inhibición de la eclosión de huevos (97.18%), el ensayo *in vivo* mostró una alta tasa de reducción del conteo de huevos fecales (91,67%) (Vita *et al.*, 2014).

Por otro lado, Kanthal *et al.* (2012), también revelaron que el látex de papaya contiene cuatro componentes antihelmínticos principales que incluyen papaína, quimopapaína, caricaina, glicil endopeptidasa y papaya lipasa que son responsables de la reducción del recuento de huevos.

Por su parte, Bendgude *et al.* (2012), realizaron un trabajo similar *in vivo* sobre lombrices de tierra en India y obteniendo una tasa significativa de mortalidad por parásitos.

También se ha investigado la actividad antihelmíntica *in vitro* e *in vivo* de las cáscaras de cítricos contra *Ascaridia galli* (Abdelqader *et al.*, 2012).

Por otro lado, se ha trabajado con el extracto semilla de papaya por Ameen *et al.* (2012), quienes estudiaron diferentes nemátodos que parasitan en las aves, tales como; *Heterakis gallinarum*, *Trichostrongylus tenius* y *Ascaridia galli*, encontrando que existe actividad nematocida con el extracto.

Esto es similar al trabajo de Dougnon *et al.* (2012), quienes compararon la eficacia del citrato de piperazina un antihelmíntico activo frente enterobiasis y ascariasis contra extracto de semillas de papaya para eliminar *A. galli* en gallinas de postura, sin embargo, se obtuvo como resultado mayor efectividad del medicamento comercial con principio activo piperazina.

Las razones por las cuales se afirma, que el control basado exclusivamente en el uso de productos químicos no es sostenible en el mediano y largo plazo, se basan: en el desarrollo de resistencia a los compuestos por parte de las poblaciones de parásitos por lo que, el uso de compuestos bioactivos fitogénicos para controlar los helmintos de las aves de corral está aumentando en diferentes sistemas de producción avícola (Abdelqader *et al.*, 2012).

Se han evaluado los efectos nematocidas de extractos acuosos y etanólicos del fruto de *Morinda citrifolia* (noni) en *Ascaridia galli* en aves. Como conclusión en la prueba *in vivo*,

el extracto acuoso de la fruta de noni mostró un porcentaje de eliminación de 27.08%; sin embargo, su actividad antihelmíntica, en la prueba *in vitro*, arrojó resultados satisfactorios, requiriendo estudios con concentraciones superiores en la prueba *in vivo* (Barros *et al.*, 2012).

2.2.2 Mecanismo de acción de extractos de plantas

La calidad de los extractos depende del sistema de cultivo, madurez de la planta en el momento de la recolección, origen geográfico de la planta y las condiciones de almacenamiento. Para garantizar la calidad de los aceites se deben de conservar en frascos de vidrio oscuros y cerrados herméticamente para evitar reacción de oxidación (González, 2021). Cada planta aromática almacena los aceites en distintas partes, en el caso del epazote (*C. ambrosioides*) se extrae de la planta completa, especialmente de las semillas y frutos (Gadano *et al.*, 2006).

Los aceites esenciales y extractos, son productos apreciados ya desde la antigüedad por sus propiedades medicinales. No obstante, el interés por sus aplicaciones terapéuticas ha experimentado un notable incremento en las últimas décadas. Se trata de mezclas complejas de sustancias orgánicas volátiles, de origen vegetal, que en su mayoría se obtienen por destilación o maceración (Cañigüeral y Vila, 2007).

Entre los posibles componentes de los aceites esenciales destacan los terpenos, principalmente monoterpenos y sesquiterpenos, los fenilpropanoides, y los compuestos alifáticos de cadena corta. Todos ellos pueden presentar diversos tipos de funcionalización. Esta diversidad estructural determina que los aceites esenciales y extractos, puedan tener actividades farmacológicas muy variadas: antimicrobiana, expectorante, espasmolítica, carminativa, colerética y colagoga, antiinflamatoria, analgésica, sedante, estimulante del sistema nervioso central (Cañigüeral y Vila, 2007).

Estas actividades explican, total o parcialmente, el uso terapéutico de muchos medicamentos vegetales, así como de los aceites esenciales que también se obtienen y la utilización de plantas y sustancias vegetales como medicamentos en animales de producción, se puede administrar de varias maneras, las más comunes son en tinturas

(extracciones), aceites esenciales tópicos o el consumo de la totalidad o parte de las plantas secas (SENASICA, 2020).

El mecanismo de acción de los aceites esenciales frente a parásitos, hongos, bacterias y otros microorganismos ocurre a nivel celular, cuando el esqueleto carbonado de los aceites esenciales se inserta en la membrana celular volviéndola permeable y susceptible a otros componentes más tóxicos, además dependiendo de la dosis de exposición los aceites esenciales interfieren en la respiración celular hasta el punto de provocar lisis celular (Iler, 2017).

Al ser mezclas complejas los aceites esenciales contienen sustancias traza que de forma conjunta evitan resistencia en las plagas lo cual no sucede con plaguicidas químicos de acción pesticida individual (Espitia, 2011).

La forma de acción de los aceites esenciales en bacterias está basada en inducir un claro daño estructural y funcional a las membranas celulares, para alterar la permeabilidad selectiva, con pérdida de iones, ATP, ácidos nucleicos, aminoácidos, cambio de pH, etc. no obstante, aún resta mucho que estudiar para entender el mecanismo de acción de estas sustancias (Sumano y Guiérrez, 2010).

2.3 Descripción botánica de *Chenopodium ambrosioides*

Chenopodium ambrosioides pertenece a la familia Chenopodiaceae es conocida en México como epazote o hierba del zorrillo, paico macho, paico, ipazote (Weber, 2009). Es una planta aromática, perenne, más o menos pubescente, con el tallo usualmente postrado, olor fuerte, de aproximadamente 40 cm de altura; las hojas son oblongo-lanceoladas y serradas, de entre 4 cm de longitud y 1 cm de ancho, con pequeñas flores verdes en panículas terminales densas, cada una con cinco sépalos (Weber, 2009).

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de *Chenopodium ambrosioides* L.

Reino	Plantae
División	Traqueobionta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Chenopodiaceae
Subfamilia	Chenopodioideae
Género	<i>Chenopodium</i>
Epíteto específico	<i>ambrosioides</i>
Autor epíteto específico	Linneo

Fuente: Weber (2009).

Fruto circular de casi 1mm de ancho envuelto por el perianto, pericarpio delgado que se desprende fácilmente; glanduloso semilla horizontal o vertical de unos 0.7 mm de diámetro, con el margen obtuso, negra, brillante y lisa (Gadano *et al.*, 2006).

2.3.1 Origen y distribución

Originario de la América tropical, la especie *Chenopodium ambrosioides* se encuentra difundida por todo el mundo. En América Latina es común en los países de Perú, Bolivia, Ecuador, Brasil, Argentina y Paraguay, se encuentra naturalizada en todas las regiones templadas del mundo. En Europa ha sido cultivada desde principios del Siglo XVII para utilizarla como té, en donde se propagó, especialmente, por la región mediterránea (Burneo, 2012).

Su distribución en México se conoce en los estados de Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán (Weber, 2009). En México la producción anual

de epazote es de más de 2,000 t siendo los principales estados productores Puebla, Tlaxcala y Estado de México (SADER, 2018).

2.3.2 Categoría taxonómica

El nombre del género *Chenopodium* proviene del griego *χήν* (*cheén*), ganso y *πούς* (*poús*), pie, lo cual nos describe en cierto modo la forma que tienen las hojas ya que tienen 3 lóbulos. Además, este género comprende 120 especies (Castellanos, 2008). El epíteto *ambrosioides* proviene del griego *Ἀμβροσία*, *α* (*a*), prefijo de negación y *βρότος* (*brótos*), mortal, lo cual mitológicamente es un alimento reservado exclusivamente a los dioses del Olimpo. El nombre común “epazote” proviene del náhuatl *epatl*, hierba fétida, y *tzotl*, dulce, lo cual se refiere al olor tan fuerte que tiene esta hierba.

2.3.3 Principales componentes químicos de *C. ambrosioides*

De las semillas, flores y hojas, se extrae tanto su extracto como su aceite esencial, el aceite es un líquido incoloro o ligeramente amarillo, de consistencia no muy viscosa, con olor penetrante parecido al alcanfor, con un sabor amargo, rico en monoterpenos y sesquiterpenos, cuyo compuesto mayoritario es el ascaridol (que le da propiedades antiparasitarias), p-cimeno(-), limoneno(+), alcanfor, artesona, safrol, n-docosano, n-hentriacontano, n-heptacosano, n-heptacosano, β pineno, metadieno, salicilato de metilo, dimetil sulfóxido, terpineol y otros componentes (Burneo, 2012) (Cuadro 3).

El ascaridol (1-metil-4-isopropil-2,3- dioxabicyclo [2.2.2] oct-5-eno) se presenta en un 60-80% del aceite esencial de *C. ambrosioides*, y en 1% en peso fresco, junto con niveles significativos de α -terpineno, que generalmente se considera su precursor (Gómez, 2008).

El α -terpineno se encuentra muy distribuido en aceites esenciales, mientras que el ascaridol, su producto de oxidación, sólo ha sido reportado en algunas especies de *Chenopodium*, *Peumus* (Monimiaceae), *Croton* (Euphorbiaceae) y *Ledum* (Ericaceae). Aunque la falta de actividad óptica del ascaridol apoya el origen no enzimático del compuesto, su extremadamente rara presencia en relación a α -terpineno sugiere que una

acción enzimática específica de las especies de los géneros mencionados puede ser responsable de la formación de este inusual endoperóxido (Castellanos, 2008).

Cuadro 3. Compuestos mayoritarios encontrados en el aceite esencial de *C. ambrosioides* por CG-EM.

No. pico ^a	Compuesto	I _K HP-5 ^b	Área relativa del pico, % ^c		
1	β-Pineno	917	0,11	±	0,001
2	α-Terpineno	1017	60,29	±	0,208
3	o-Cimeno	1021	0,88	±	0,087
4	p-Cimeno	1029	20,49	±	0,002
5	Limoneno	1033	1,10	±	0,011
6	1,3,8-p-Mentatrieno	1111	0,13	±	0,003
7	p-Metilacetofenona	1178	0,16	±	0,001
8	p-Cimen-8-ol	1180	0,22	±	0,002
9	α-Terpineol	1188	0,10	±	0,001
10	o-Metil chavicol (estragol)	1196	0,25	±	0,010
11	(+)-4-Careno	1205	7,96	±	0,092
12	(E)-Carveol	1217	0,34	±	0,004
13	1,4-Peroxi-p-ment-2-eno.	1252	0,91	±	0,019
14	Timol	1290	1,02	±	0,022
15	Carvacrol	1292	1,64	±	0,002
16	Trans-Ascaridol	1305	1,91	±	0,029
17	p-Cimenol	1307	0,31	±	0,019
18	Eugenol	1350	0,90	±	0,022
19	E- Cariofileno	1423	0,19	±	0,008
20	α-Humuleno	1455	0,22	±	0,015
21	α-Patchuleno	1456	0,12	±	0,006
22	Óxido de cariofileno	1580	0,10	±	0,003
23	Trans-Fitol	1950	0,48	±	0,029

^a: número del pico en la figura 1; ^b: índices de Kováts determinados experimentalmente en columna HP-5; ^c: promedio de 3 extracciones $\pm ts/\sqrt{n}$ ($n = 4$, 95% confianza).

Fuente: Jaramillo y Delgado (2012).

2.4 Tinturas

La tintura es una solución etanólica preparada con extractos vegetales, sin requisito de preservativos adicionales. La concentración es, de 10 % en soluciones potentes o activas, y de 20 a 50 % en las de menor actividad (Bullaín *et al.*, 2016).

Se define también como preparaciones líquidas obtenidas generalmente a partir de materias primas vegetales o animales desecadas. En ciertos casos, las materias a extraer pueden requerir un tratamiento previo, como inactivación de enzimas, molturación o desengrasado. Las tinturas se obtienen por maceración, percolación u otros procedimientos apropiados y validados, utilizando alcohol de graduación adecuada. Se pueden preparar igualmente por disolución o dilución de un extracto en etanol de

concentración adecuada. Se obtienen generalmente utilizando 1 parte de material vegetal y de 5 a 10 partes de disolvente de extracción. Las tinturas suelen ser transparentes u oscuras. En reposo pueden formar un ligero sedimento, siempre que la composición de la tintura no se modifique de modo significativo (REGULACIÓN No. –28-02, 1998).

Las formulaciones farmacéuticas de origen vegetal deben ser sometidas a controles de calidad que garanticen su inocuidad, eficacia y eficiencia. Por lo que la determinación de algunos parámetros como las características organolépticas, pH, índice de refracción, sólidos totales y densidad relativa se encuentra dentro de los métodos de ensayos más empleados para la determinación de parámetros de calidad de los extractos fluidos y tinturas (Bullaín *et al.*, 2016).

2.4.1 Extracto etanólico

La mayor actividad del extracto etanólico en comparación con el extracto acuoso puede se puede atribuir a la presencia de cantidades superiores de polifenoles a diferencia de los extractos acuosos. Significa que son más eficientes en las paredes celulares y degradación de semillas que tienen carácter y provocan la liberación de polifenoles de las células. La disminución de la actividad del extracto acuoso puede ser atribuido a la enzima polifenol oxidasa, que degradan polifenoles en extractos de agua, mientras que en metanol y etanol son inactivos (Tiwari *et al.*, 2011).

Además, el agua es un mejor medio para la presencia de microorganismos en comparación con el etanol. Se detectaron alta concentración de flavonoides bioactivos con etanol al 70% debido a su polaridad más alta que el etanol puro. Añadiendo agua al etanol puro hasta un 30% para preparar etanol al 70%. Además, el etanol penetra con mayor facilidad la membrana celular para extraer los ingredientes intracelulares del material vegetal. El metanol es más polar que el etanol, pero debido a que es citotóxico, no es adecuado para la extracción en ciertos tipos de estudios (Tiwari *et al.*, 2011).

2.4.2 Usos medicinales del epazote

El epazote es una de las plantas indígenas de México más apreciadas, tanto por su sabor como por sus propiedades medicinales. Sus usos y propiedades eran conocidos por aztecas y mayas quienes lo utilizaban ampliamente como condimento, actualmente su cultivo se ha extendido a muchos países de Latinoamérica, dejando a su paso un sabor inigualable (SADER, 2018).

La medicina popular de muchos países de América Latina y el Caribe utilizan las decocciones e infusiones de *C. ambrosioides*, así como su aceite esencial como antihelmíntico, vermífugo, emenagogo y abortifaciente (MacDonald *et al.*, 2004).

Se ha reportado su actividad antiprotozoaria, contra *Tripanosoma cruzi* (Fumiyuki *et al.*, 2001), *Plasmodium falciparum* y *Leishmania amazonensis* (Patricio *et al.*, 2007). El efecto antihelmíntico de *C. ambrosioides* se ha registrado contra *Ancilostoma duodenale*, *Trichuris trichuria* y *Ascaris lumbricoides* (Fumiyuki *et al.*, 2001).

El aceite esencial de *C. ambrosioides* ha encontrado un gran uso como antihelmíntico para ganado, sobre todo en países en desarrollo (Ketzis *et al.*, 2002). En observaciones *in vitro* el aceite reducía la viabilidad de los huevos de *H. contortus*, lo que sugiere podría ser útil como parte de una estrategia ecológica a largo plazo para reducir los niveles parasitarios en granjas (Gómez, 2008).

Se ha evaluado la actividad de los extractos acuosos de *Melia azadarach* L., *Chenopodium ambrosioides* y de las semillas de *Carica papaya* L. como inhibidores del desarrollo *in vitro* de larvas de los parásitos gastrointestinales de los ovinos concluyendo que el extracto etanólico de *C. ambrosioides* mostró la mayor inhibición ($p < 0,05$) de migración larval *in vitro* contra los parásitos gastrointestinales de los ovinos (Rodríguez *et al.*, 2018).

En la Cuadro 4 se muestran las formas de uso medicinal de *C. ambrosioides* alrededor del mundo.

Cuadro 4. Etnobotánica de *C. ambrosioides* alrededor del mundo.

Uso	Localidad
Amebicida	Trinidad
Analgésico	China
Anemia	Colombia
Artritis	China
Asma	República Dominicana, Panamá, Trinidad, Turquía
Mordeduras de insectos	China
Disentería	Panamá y Trinidad
Fungicida	Trinidad
Narcótico	Estados Unidos de América
Nervios	México, Turquía, Estados Unidos de América
Estimulante	Trinidad y Turquía
Cólicos	Brasil, Chile, China, Republica Dominicana, Guatemala, Haití, México, Panamá, España, Trinidad, Turquía, Estados Unidos, Venezuela.

Fuente: Taylor (2005).

2.5 *Ascaridia galli*

A. galli es una especie perteneciente al *phylum* nemátoda, clase secernentea, orden *Ascaridida*, superfamilia *Heterakoidea*, familia *Ascaridiidae* y género *Ascaridia*. La gallina doméstica es el principal hospedador de *A. galli* que parasita, además, a otras aves de corral y diversas especies silvestres (Marcos, 2015).

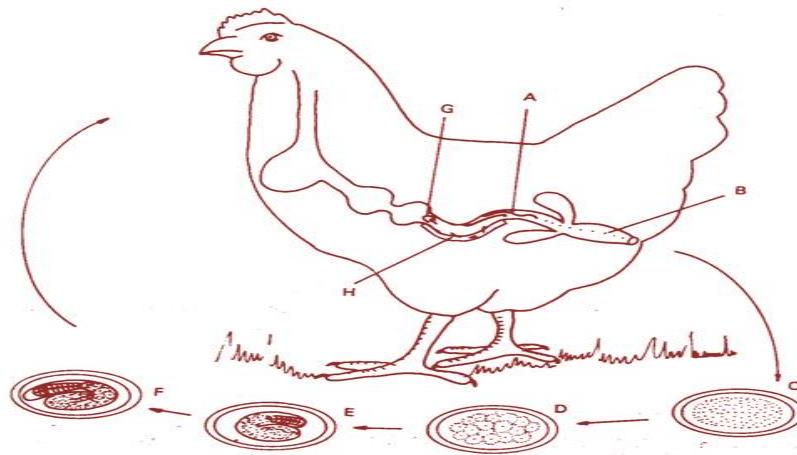
2.5.1 Ciclo biológico de *A. galli*

El ciclo biológico de *A. galli* es directo, los vermes adultos se localizan en el intestino delgado. Una vez fecundadas, las hembras ponen huevos que salen al exterior con las heces de las gallinas. Embrionan en el medio ambiente contaminando el suelo de los

gallineros y espacios de cría abiertos. La infección de nuevos hospedadores se produce por ingestión de huevos con larvas 2 (L2). En la luz del intestino delgado la larva sale del huevo. A continuación, muda y se introduce en la mucosa. Después de otra muda, sale nuevamente a la luz intestinal en donde evolucionará hasta alcanzar la fase adulta, completándose de esta manera el ciclo (Marcos, 2015).

El desarrollo hasta la segunda larva dentro del huevo infectante depende de la temperatura humedad y oxígeno, en condiciones óptimas se desarrolla en cinco días a 32°-34° C a 18° C se detiene, pero continua viable y arriba de 35° C ya no se desarrolla. Los huevos son ingeridos por pollos susceptibles, la larva eclosiona en el proventrículo o en el intestino delgado, entre el día 8 y 17, las larvas se encuentran en la mucosa del intestino, luego regresan al lumen; otras larvas permanecen siempre en el lumen. La larva en el lumen muda y pasa al estado de larva 3, vuelve a mudar y pasa al estado de larva 4. Las larvas que penetran en la mucosa solamente mudan para dar al estado de larva 3, la larva 2 mide 1mm y la larva 4, 17 mm. El periodo prepatente es de 30 a 50 días en pollos y de 60 a 90 en aves adultas (Figura 1) (Camposano, 2018).

Figura 1. Esquema evolutivo de *Ascaridia galli*.



A) Nemátodo adulto en intestino delgado. B) Huevo. C) Huevo en suelo húmedo. D) Huevo blastomerado. E) Huevo con la primera larva; F) Huevo con la segunda larva; G) Eclosión de la segunda larva. H) Larvas tisulares

Fuente: Quiroz (1990).

Las aves adultas son hospedadores asintomáticos, y el reservorio de la infección se encuentra en la tierra, bien como huevos libres o en lombrices de tierra como hospedadores de transporte (Urquhart, *et al.*, 2001).

2.5.2 Signos clínicos

En general provocan pérdida de peso en las aves que se correlaciona con la mayor o menor carga parasitaria. Las gallinas infectadas con grandes cantidades de *Áscaris* sufren pérdida de sangre, aumento de uratos, retracción del timo y un incremento de la mortalidad, principalmente provocado por la aparición de infecciones secundarias, que aprovechan dicha parasitación. Un efecto notable de la infección, cuando menos desde el punto de vista estético, es la aparición del individuo adulto en el huevo de la gallina. Supuestamente los gusanos migran hacia arriba del oviducto a través de la cloaca con la inclusión subsecuente en el huevo. En gallinas ponedoras, uno de los primeros síntomas que aparecen tras una infestación por nemátodos es el incremento en el número de huevos desclasificados, principalmente de huevos pálidos (Ulsurum y Diéz, 2014).

Las aves con 1 a 3 meses de infestación por larvas de 14 días, presentan decaimiento general con diarrea, erizamiento de plumas, tienen poco apetito, alas caídas, retardo en el crecimiento, pérdida de peso y muerte. En la infestación por parásitos adultos los signos son menos pronunciados, la parasitosis se vuelve crónica y se manifiesta en retraso en el crecimiento y mala conversión alimenticia y la mortalidad puede aumentar en aves con otras infecciones como por ejemplo bronquitis. El consumo de alimento disminuye notoriamente en un 22% (Camposano, 2018).

2.5.3 Control

La mayor parte de las medidas de control frente a nemátodos están enfocadas a la interrupción del ciclo de vida. Así es conveniente trabajar en tres frentes, uno, eliminando la mayor cantidad de adultos mediante el empleo de antivermes autorizados (fenbendazol, flubendazol, piperacina), otro mediante la reducción del mayor número de

huéspedes intermediarios (caracoles, saltamontes, hormigas, moscas, por ejemplo) mediante el uso de insecticidas y un tercer punto enfocado al manejo de los parques realizando rotaciones periódicas de los mismos para evitar una elevada carga parasitaria (Ulsurum y Diéz, 2014).

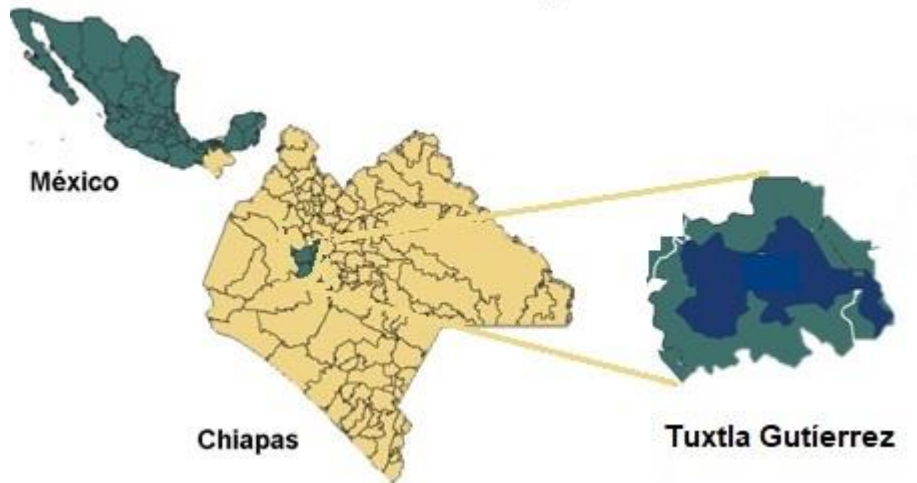
Cuando las aves se crían en un sistema libre y la ascaridiosis es un problema, las aves jóvenes deberían, si es posible, segregarse y criarse en el suelo que no han sido usados previamente por las gallinas. Los nemátodos pueden ser también un problema en las instalaciones con muchos desperdicios, por lo que deben usarse sistemas de comederos y bebederos que limiten la contaminación de la comida y la bebida por las heces (Urquhart *et al.*, 2001).

Si las aves están confinadas, se debe realizar limpieza de todo el galpón con extremo cuidado antes de introducir un nuevo lote de aves, separar las aves viejas de las jóvenes. Los desinfectantes y otros agentes de limpieza no matan a los huevos y los productos disponibles solamente eliminan a los parásitos adultos. La piperacina solamente es efectiva para el tratamiento de este parásito y no tiene efecto contra otros parásitos internos de las aves (Houriet, 2007).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.



Fuente: INEGI (2005).

El proceso de obtención de la tintura de *Chenopodium ambrosioides*, se llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Mientras que el proceso experimental *in vitro*, se realizó en el laboratorio de Microbiología en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Campus II, de la UNACH, ambas instituciones ubicadas en Tuxtla Gutiérrez. El municipio está entre los paralelos 16°38' y 16°51' de latitud norte; los meridianos 93°02' y 93°15' de longitud oeste; altitud entre 200 y 1500m. Colinda al norte con los municipios de San Fernando, Osumacinta y Chiapa de Corzo; al este con el municipio de Chiapa de Corzo; al sur con los municipios de Suchiapa y Ocozocoautla de Espinosa; al oeste con los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal. Con un rango de temperatura entre 20–28°C y una precipitación entre 800–1200mm. Con clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, menos húmedo cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media y semicálido subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2005).

3.2 Métodos

El trabajo se realizó en dos fases, primero, a partir del material vegetal de *Chenopodium ambrosioides* se obtuvo la tintura y posteriormente se realizó la caracterización de los compuestos en el Laboratorio de Biotecnología del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Posteriormente se trasladó al Laboratorio de microbiología en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Campus II de la UNACH, donde se realizó la colecta e identificación de *Ascaridia galli* y se determinó si la tintura es capaz de producir daños en huevos de forma *in vitro*.

3.2.1 Fase I. Elaboración y caracterización de tintura de *Chenopodium ambrosioides*

Recolección de material vegetal

El material vegetal obtenido fueron hojas y tallos de *C. ambrosioides*, que es producido localmente en un vivero de la comunidad Vistahermosa del municipio de Berriozábal, Chiapas, México, 16.84 N, 93.30 W, ahí se cultiva una gran variedad de plantas de forma intensiva para comercializar, incluidas de tipo aromática. En este vivero se obtuvieron 35 plantas, las cuales se trasladaron con tierra y en bolsas negras para obtener el material vegetal fresco con 40 días después de su siembra, posteriormente en el Laboratorio de Investigación del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez se cortaron hojas y tallos obteniendo 702 gramos de materia húmeda (Figura 3).

Figura 3. Manejo de la especie *Chenopodium ambrosioides*

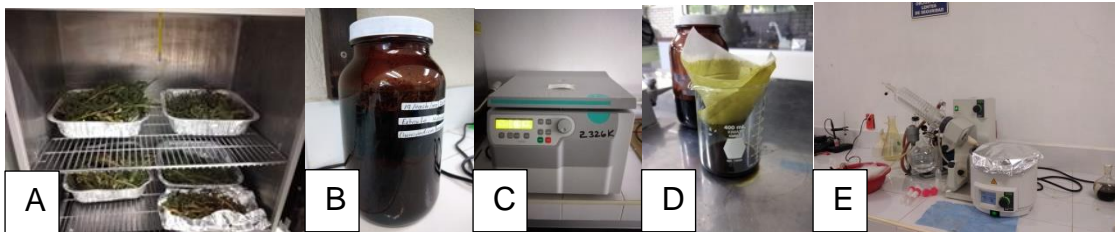


A. Vivero B. variedad de plantas en el vivero C. Planta viva de *Chenopodium ambrosioides* L. D. material vegetativo de la misma especie.

Elaboración del extracto de *Chenopodium ambrosioides*

Para la elaboración del extracto hidroalcohólico, primero el material vegetal fresco, hojas y tallos pesado con anterioridad, se colocó en una estufa con temperatura de 45 ° C durante 7 días para preparar el material seco. Después, las hojas y tallos se trituraron en una licuadora y se colocaron en un frasco color ámbar, posteriormente se realizó el macerado a temperatura ambiente durante 7 días con etanol al 70%. El extracto hidroalcohólico obtenido se recogió, se centrifugó a 4500 rpm a 4° C por 10 minutos y luego se filtró y se llevó a evaporar a presión reducida para eliminar el etanol en un rotaevaporador (R-210, Büchi®), y se pasó a sequedad total mediante un aparato de liofilización (Figura 4).

Figura 4. Elaboración del extracto hidroalcohólico.



A. Material vegetal en estufa, B. Maceración con etanol al 70%, C. Centrifuga, D. Filtrado, F. Rotaevaporador.

Caracterización de los compuestos volátiles de la tintura de *Chenopodium ambrosioides*

Análisis con cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas

Se caracterizaron los compuestos volátiles presentes en el extracto de *C. ambrosioides* mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) empleando una columna DB-Waxter (60cm x 0.25mm x 0.25µm) y Helio como gas acarreador a un flujo de 1 mL/min. La temperatura del puerto de inyección fue 250° C y la del detector 150 °C. El volumen de inyección fue 1µL en modo Split (100:1). La

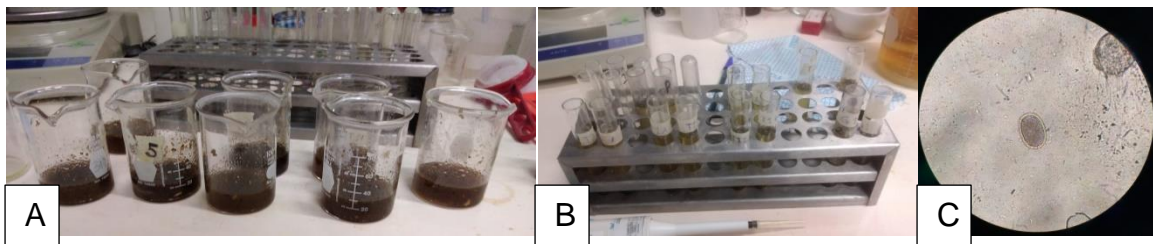
identificación de los compuestos se realizó empleando la librería Chemstatios-NIST MS Versión 2.0 por comparación de los espectros de masas (Luján-Hidalgo *et al.*, 2010).

3.2.2 Fase II. Colecta e identificación de *Ascaridia galli*.

Análisis coprológico

A continuación se describe la técnica de flotación para el análisis coprológico: en un vaso de precipitado se colocó 30 mL de solución sobresaturada de azúcar, se agregaron 2 g de material fecal y se homogeneizó la muestra hasta que se obtuvo una pasta, se pasó esta suspensión por un colador colocándola en dos tubos de ensayo, se pasó a la centrifuga durante 2-3 minutos a 1500 rpm después de ese tiempo con una micropipeta se recolectaron tres gotas de la superficie de la suspensión y se colocaron en un portaobjeto cubriéndolo con un cubreobjetos y se observó con el objetivo 10x si hay presencia de huevos.

Figura 5. Técnica de flotación



A. Diluciones con muestras de heces, B. Tubos de ensayo con dilución centrifugada, C. Huevo de *Ascaridia galli*.

Obtención de parásitos

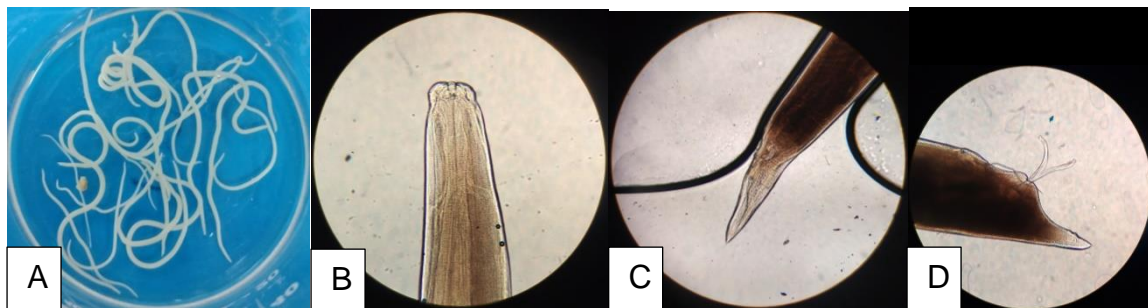
De los gallineros que resultaron positivos en coprología se obtuvieron los intestinos que fueron donados por los mismos productores, posterior se seleccionó la parte del duodeno, se ató los extremos y se colocó en frascos de vidrio con solución salina para trasladarlos al laboratorio de microbiología donde se incidió el intestino de forma longitudinalmente para extraer los gusanos adultos de *A. galli*, los cuales se lavaron con agua destilada y

con la ayuda del microscopio (Microscopio Primo Star, Zeiss) y estereoscopio (CSM2) se identificaron por sus características morfológicas según Quiroz (1990) (Figura 6).

Las hembras de *A. galli* se sometieron a histerectomía para obtener huevos del parásito

A continuación se describe la técnica que se utilizó para realizar la histerectomía en el gusano: la hembra de *A. galli* se sujetó de forma recta a un porta objetos, mediante cinta adhesiva en sus extremos, con la ayuda del estereoscopio (CSM2) se localizó la parte ventral y útero para incidir con bisturí, cuando se observó el contenido fuera, se pasó al microscopio con el objetivo 10x para agregar una gota de solución salina con la micropipeta y enseguida tomar de vuelta la mayor cantidad de líquido para depositarlo en un tubo de ensayo con 0.5 ml de solución salina, se repitió tres veces para asegurar la mayor recolección de huevos del parásito.

Figura 6. *Ascaridia galli* identificado en laboratorio.



A. *Ascaridia galli* adulto, B. labios y boca, C. estructura caudal femenina D. estructura masculina espículas.

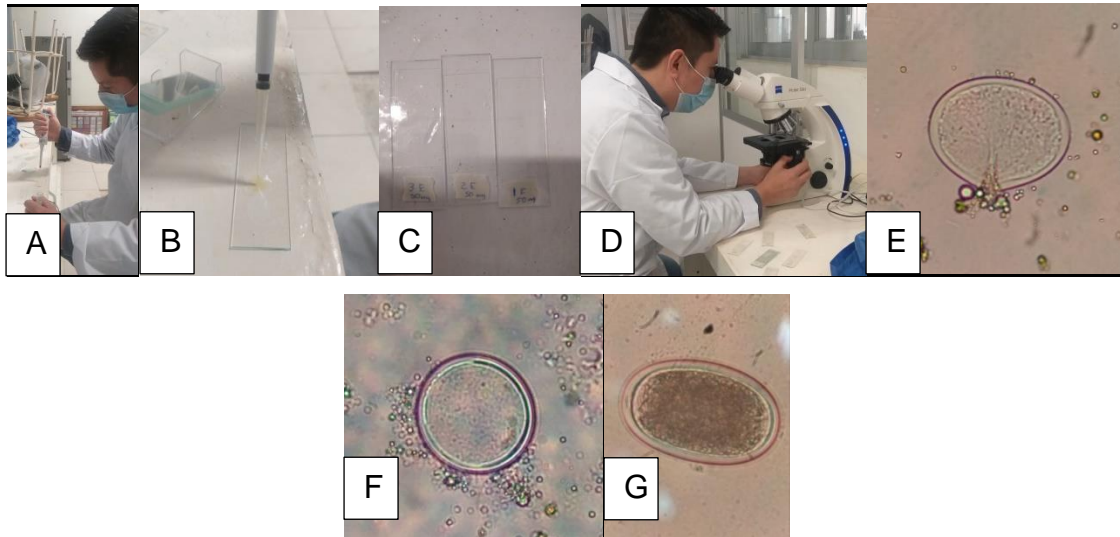
Prueba *in vitro*

Este ensayo tuvo como objetivo determinar si la tintura de *C. ambrosioides* es capaz de producir daños en los huevos *A. galli* (Figura 7).

Se prepararon las diluciones 100 mg/mL, 50 mg/mL y 25 mg/mL del extracto de *C. ambrosioides* y 10 mg/mL de Fenbendazol. Los huevos se dispusieron por triplicado para

cada una de las diluciones. Después se tomó una muestra de 10 μ L de la solución con huevos, se depositó en un portaobjetos y se le agregó 10 μ L de cada uno de los extractos. La evaluación se realizó con un microscopio óptico con aumento de 40 veces. Se utilizó como control positivo Fenbendazol y control negativo huevos en 10 μ L y agua destilada (González, 2021; Rodríguez *et al.*, 2018) .

Figura 7. Prueba *in vitro* con huevos de *Ascaridia galli*.



A. Micropipeta con 10 μ L con huevos. B. 10 μ L con dilución del extracto. C. Porta objetos por triplicado. D. Observación directa al microscopio. E. Huevo deformado y roto de *A. galli*. F. Huevo deformado y dañado de *A. galli*. G. Huevo normal de *A. galli*.

3.3 Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un análisis de correspondencias simples basado en *chi* cuadrada y un análisis de contingencias para determinar diferencias significativas en cuanto a la efectividad de los tratamientos *in vitro*. Los datos se analizaron mediante el paquete FactorMineR.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente apartado de la tesis, se da cuenta de las respuestas de las preguntas de investigación, así como del cumplimiento de los objetivos, por lo que se abordan en el mismo orden que fueron expuestos inicialmente.

4.1 Fase I. Caracterización de la tintura de *Chenopodium ambrosioides*

4.1.1 Rendimiento de extracción

Como resultado se obtuvo 702 g. de peso de materia húmeda del *C. ambrosioides*, de 35 plantas cultivadas en vivero, el peso de materia seca fue de 136.1 g y como resultado se registró una humedad del 80.61 % (Figura 8).

A partir de 136 g de materia vegetal seca de *C. ambrosioides* se obtuvieron 10.95 g de extracto etanólico del *C. ambrosioides*, por lo que el rendimiento del extracto fue igual a 8.04 % (Figura 9).

Se obtuvo una humedad de 80.61 % y un rendimiento de 8.04 %, datos que resultan altos comparado con resultados obtenidos de Burneo (2012) quien obtuvo 44.62 % de humedad para el extracto hexánico de *C. ambrosioides*, y un rendimiento de 0.9 % del mismo extracto; no obstante, los resultados son comparables con el rendimiento de 10.83 % del extracto etanólico de *C. ambrosioides* reportado por Gutiérrez (2017).

Figura 8. Rendimiento en gramos de *C. ambrosioides*

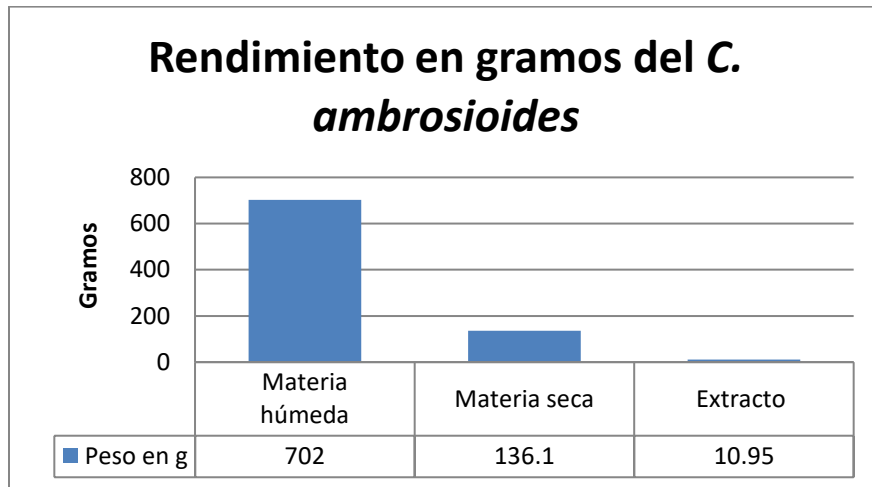
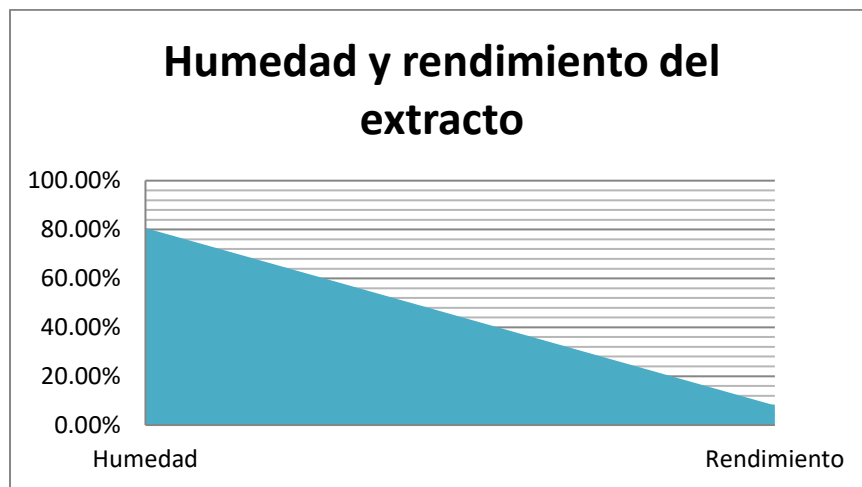


Figura 9. Humedad y Rendimiento del extracto de *C. ambrosioides*.



4.1.2 Composición química del extracto de *C. ambrosioides*

Se realizó una cromatografía de gases que, por lo general, se emplea para confirmar la presencia o ausencia de un compuesto en una muestra determinada. También se usa para establecer la cantidad de componentes individuales presentes en una muestra, empleando curvas de calibración de los correspondientes patrones (Cuadro 5) (Burneo, 2012).

Cuadro 5. Compuestos de extracción hexánico de *Chenopodium ambrosioides* detectados por cromatografía de gases-espectrometría de masas.

No. Pico	Nombre	%	Tiempo	Área	Abundancia	Desv. Estan dar
1	D-Limonene	94	6.76	614121	1.22	+ 0.10
2	Benzene,1-methyl-2-(methylethyl)-	95	7.75	693411	1.38	+ 0.12
3	tetradecane	96	9.78	113205	0.23	+ 0.14
4	1,3,8-p-Menthatriene	95	10.06	278916	0.55	+ 0.09
5	Limonene oxide,trans	62	11.52	195630	0.39	+ 0.02
6	2-Ciclohexen-1-ol,1 methyl-4-1(1methylethenyl)trans-	91	15.31	5613324	11.17	+ 0.46
7	2-Ciclohexen-1-ol,1 methyl-4-1(1methylethenyl)trans-	74	16.39	1688910	3.36	+ 0.10
8	Bicyclo[3.3.0]oct-2-en-7-one,6-methyl-	82	17.50	541765	1.08	+ 0.11
9	5-isopropenyl-2-methylcyclopent-1-enecarboxaldehyde	68	17.86	1373591	2.73	+ 0.09
10	7-Oxabicyclo[4.1.0]heptan-2-one,3-methyl-6-(1-methylethyl)-	67	18.00	184826	0.37	+ 0.05
11	2-Ciclohexen-1-one,2-methyl-5-1-(1-methylethenyl)-,(s)-	96	18.48	836111	1.66	+ 0.05
12	Ciclohexanol,2-methylene-5-(1-methyethenyl)-	83	19.73	3527299	7.01	+ 0.23
13	2-Ciclohexen-1-ol,2-methyl-5-(1-methylethenyl)-,cis	97	20.65	1230675	2.45	+ 0.03
14	2-Ciclohexen-1-ol,2-methyl-5-(1-methylethenyl)-,trans	99	21.45	334279	0.66	+ 0.01
15	1-Azabicyclo[2.2.2]octan-3-one	37	21.91	22275050	44.28	+ 0.19
16	NI	37	22.04	3981899	7.92	+ 0.46
17	NI	43	23.92	244145	0.48	+ 0.05
18	NI	25	24.62	218102	0.43	+ 0.03
19	NI	46	24.71	291890	0.58	+ 0.02
20	NI	44	24.85	96655	0.19	+ 0.01
21	2-Ethyl-3-methoxy-2-cyclopentenone	50	24.93	110156	0.22	+ 0.04
22	NI	40	26.95	420231	0.83	+ 0.02
23	Cyclohexanone,2-ethyl-	57	27.16	1608184	3.20	+ 0.17
24	Pyrazole-4-carboxylic acid,5-amino	60	28.45	1036883	2.06	+ 0.25
25	5-Undecen-4-one	53	29.60	203069	0.40	+ 0.01
26	Hexadecanoic acid, methyl ester	98	30.10	420198	0.83	+ 0.02
27	1,2-Ciclohexanediol,1-methyl-4-1-(1-methylethenyl)-	57	31.16	223901	0.44	+ 0.03
28	Phenol,2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-	97	31.95	526999	1.05	+ 0.08
29	Triacontane	86	32.14	179635	0.36	+ 0.06
30	2(4H)-Benzofuranone,5,6,7,7a-tetrahydro-4,4,7a-trimethyl-,(R.)	76	33.82	266500	0.53	+ 0.09
31	9-Octadecanoic acid(Z)-, methyl ester	99	35.95	281153	0.56	+ 0.05
32	10,13-Octadecadienoic acid,methyl ester	98	37.49	429512	0.85	+ 0.11
33	Linoleic acid ethyl ester	90	38.71	262374	0.52	+ 0.07

En el Cuadro 5 se muestran los componentes del extracto de *C. ambrosioides* determinados mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas; donde indica en orden el número de pico, el tiempo de retención, el área y abundancia

relativa. Los componentes principales son: 1-Azabicyclo[2.2.2]octan-3-one con 44.2% de abundancia el cual tiene un bajo porcentaje de similitud con la biblioteca e indica mayor grado de incertidumbre y las características como peso molecular y estructura se asemejan al ascaridol el cual no está registrado en la biblioteca del cromatógrafo (*Agilent Technologies*), Sá *et al.* (2015), y Jaramillo *et al.* (2012), reportan el ascaridol como principal compuesto químico (1-metil-4-isopropil-2,3-dioxabicyclo [2.2.2] oct-5-eno) se presenta en un 60 - 80% del aceite esencial de *C. ambrosioides*, y en 1% en peso fresco, junto con niveles significativos de α -terpineno, que generalmente se considera su precursor, en seguida se encuentra el 2-Ciclohexen-1-ol, 1-metil-4-(1-metylethenyl)trans con 11.1%, también Ciclohexanol, 2-methylene-5-(1-methylethenyl)- con 3.3%, Cyclohexanone, 2-ethyl- 3.2%, 5-isopropenyl-2-methylcyclopent-1-enecarboxaldehyde 2.7%, 2-Ciclohexen-1-ol, 2-metil-5-(1-methylethenyl)-, cis 2.4%, Pyrazole-4-carboxylic acid, 5-amino 2.06%, D limoneno 1.2%, Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- 1.05%, Linoleic acid ethyl ester 0.52%, entre los principales que se asemeja con lo reportado por Allinger *et al.* (1984), Fumiyuki *et al.* (2002) y Rojas y Castillo (2016).

Sin embargo, Rojas y Castillo (2016), mencionan que el compuesto mayoritario es el ascaridol (que le da propiedades antiparasitarias) seguido de p-cimeno(-), limoneno(+), alcanfor, artesona, safrol, n-docosano, n-hentriacontano, n-heptacosano, n-heptacosano, β pineno, metadieno, salicilato de metilo, dimetil sulfóxido, d terpineol y otros componentes (López y Pérez-Soto, 2010) (Torres *et al.*, 2003). El cual posee actividad antihelmíntica (particularmente contra *A. lumbricoide*, *H. nana*, *Trichuris*), antifúngica (contra *A. fumigatus* y *C. trichoides*), depresora cardíaca, hipotensora, relajante muscular y estimulante respiratoria; disminuye la motilidad gástrica y tiene actividad espasmo lítica. Así también se ha comprobado que el extracto acuoso de esta especie inhibe el crecimiento de *S. aureus* (Burneo, 2012).

Por otro lado, Fumiyuki *et al.* (2002), concluyeron que las estructuras de los hidroperóxidos aislados de *C. ambrosioides* eran (-)-(2S,4S)-p-mentha-1(7),8-dien-2-hidroperóxido (2a), (-)-(2R,4S)-p-menta-1(7),8-dien-2-hidroperóxido (3a), (-)-(1R,4S)-p-

menta-2,8-dien-1-hidroperóxido (4a) y (-)-(1S,4S)-p-menta-2,8-dien-1-hidroperóxido (5a). También Fumiyuki *et al.* (2002), sugiere que estos hidroperóxidos se forman por la oxidación del l-limoneno con oxígeno singlete en *C. ambrosioides*. Allinger *et al.* (1984), mencionan que el ascaridol peróxido natural se forma a partir de α -terpineno y oxígeno singlete, y este oxígeno reacciona con los alquenos formando hidroperóxidos α,β -insaturados.

Entre los posibles componentes de los aceites esenciales destacan los terpenos, principalmente monoterpenos y sesquiterpenos, los fenilpropanoides, y los compuestos alifáticos de cadena corta. El aceite esencial de *C. ambrosioides* se clasifica como componentes de naturaleza monoterpénica (C10) y sesquiterpénica (C15), principalmente ascaridol, un peróxido terpénico, en concentraciones de hasta el 70%, así como limoneno, transpinocarveol, aritasona, β -pineno, mirceno, felandreno, alcanfor y α -terpineol (Gómez, 2008).

Todos estos compuestos pueden presentar diversos tipos de efectos, esta diversidad estructural determina que los aceites esenciales y extractos, como las tinturas, puedan tener actividades farmacológicas muy variadas: antiparasitaria, antimicrobiana, expectorante, espasmolítica, carminativa, colerética y colagoga, antiinflamatoria, analgésica, sedante, estimulante del sistema nervioso central (Cañigueral y Vila, 2007).

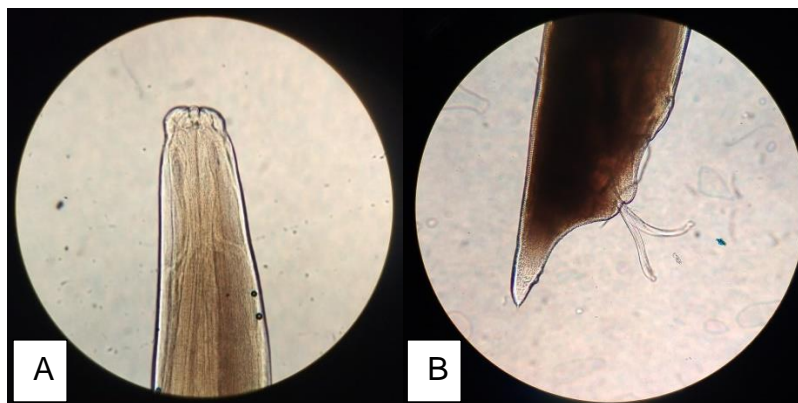
Estas actividades explican, total o parcialmente, el uso terapéutico de muchos medicamentos vegetales, así como de los aceites esenciales que también se obtienen y la utilización de plantas y sustancias vegetales como medicamentos en animales de producción, se puede administrar de varias maneras, las más comunes son en tinturas (extracciones), aceites esenciales tópicos o el consumo de la totalidad o parte de las plantas secas (SENASICA, 2020).

4.2 Fase II. Establecimiento de la dosis

Identificación de *Ascaridia galli*

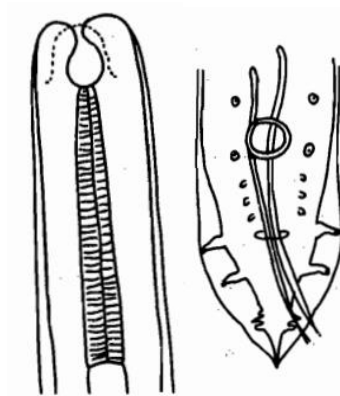
Con la ayuda del microscopio y estereoscopio, se identificaron nemátodos blanquecinos con el exterior visiblemente estriado (Zhao *et al.*, 2016), se examinó los extremos anterior y posterior de gusanos machos y hembras; se observó en la cabeza tres labios y un esófago remarcado con continuación al intestino y al final del extremo posterior las hembras tienen una terminación recta y cola cónica diferenciando al macho por tener espículas. Los machos midieron en promedio 4.2 cm y las hembras 7.1 cm estos resultados son similares a los reportado por Quiroz, (1990) quien menciona que el macho mide de 3 a 8 cm de largo por 0,5 mm a 1,2 mm de ancho. La ventosa pre anal tiene forma circular o elipsoidal, mide 22^o micras de diámetro. Las alas caudales son estrechas, hay 10 pares de papilas caudales, de las cuales tres son pedunculadas y están cerca de la ventosa; otros tres pares de papilas pedunculadas y dos sésiles están detrás del ano y dos pares más lejos, las espículas son desiguales y las hembras miden de 6 a 12 cm largo por 0,9 a 1,8 mm de ancho, con una cola recta y punta cónica. Los huevos son de forma elipsoidal y miden 75 a 80 por 45 a 50 micras (Figura 10, 11 y 12).

Figura 10. Identificación de *Ascaridia galli*.



A. *Ascaridia galli* (Boca); B. Extremo posterior.

Figura 11. Vista ventral del extremo posterior del macho.



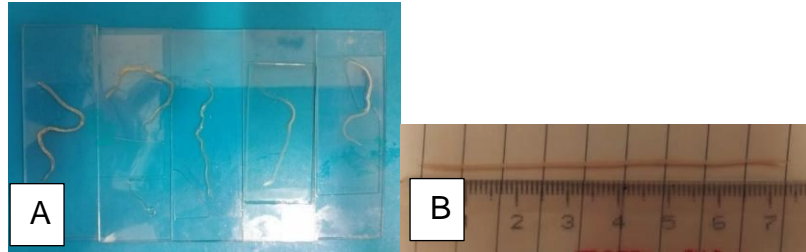
Fuente: (Quiroz, 1990).

Marcos (2015), describe los vermes adultos de *A. galli* semitransparentes con medidas de 7.2 a 11.6 cm en hembras y machos de 5.1 a 7.6 cm. La boca se halla rodeada de tres labios, uno dorsal, de mayor tamaño, y dos subventrales. El esófago no tiene bulbo posterior. Los machos presentan en su extremidad caudal dos alas membranosas sostenidas por diez pares de papilas, tres de ellas precloacales, y una ventosa precloacal circular provista de un anillo quitinoso. El ano se localiza a 0,48-0,85 mm del extremo caudal. Posteriormente a la ventosa preanal se encuentran dos espículas iguales de 1-2,4 mm. Las hembras tienen el ano localizado a 1,3-1,8 mm del extremo caudal. La vulva se localiza en la mitad anterior del cuerpo (aprox. a 31-54 mm del extremo posterior).

Los ascáridos son unos de los parásitos más grandes y familiares de los nemátodos que infectan el tracto intestinal de los animales domésticos. Sin embargo, a efectos de identificación práctica, los ascáridos son bastante específicos de su hospedador. Los huevos de los ascáridos tienen una cascara bastante gruesa que contiene una única célula cuando se expulsan con las heces, y habitualmente son lo bastante distintos para permitir la identificación de las especies (Bowman, 2011).

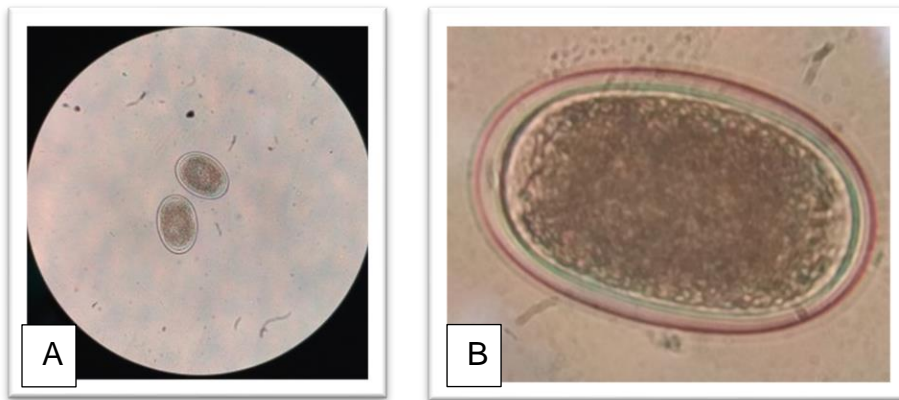
Las aves adultas son hospedadores asintomáticos, y el reservorio de la infección se encuentra en la tierra, bien como huevos libres o en lombrices de tierra como hospedadores de transporte (Urquhart, *et al.*, 2001).

Figura 12. Gusanos adultos de *A. galli*.



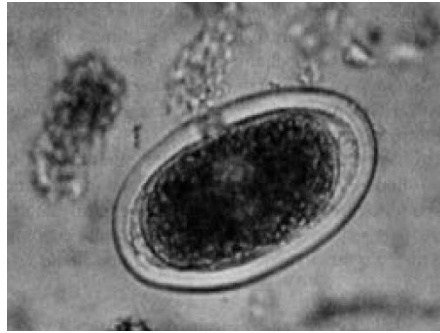
A. Gusano hembra de *A. galli*, B. medición de gusanos.

Figura 13. Huevos de *A. galli*.



A. Huevos de *A. galli* 10X; B. Huevo de *A. galli* 40X.

Figura 14. Huevo de *A. galli*.



Fuente: Sumano y Gutiérrez. (2010), de la colección del Laboratorio de Parasitología de la FMVZ/UNAM.

Los huevos de *A. galli* tiene una longitud entre 68 μm - 90 μm y ancho de 40 μm - 50 μm , con cubierta densa, lisa, con tres capas, paredes ligeramente con forma de barril y contenidos no segmentados (Bowman, 2011).

Dosis *In vitro* para determinar el efecto del extracto en huevos de *A. galli*

Para constituir la dosis del extracto de *C. ambrosioides* efectiva *in vitro*, se realizó una colecta de huevos de *A. galli* en tubo de ensayo, del cual se extrajo 10 μL para cada repetición y se añadieron 10 μL de extracto con diferentes concentraciones; 100 mg/mL, 50 mg/mL y 25 mg/mL del extracto de *C. ambrosioides* y 10 mg/mL de Fenbendazol y agua destilada, a continuación, se evaluó por observación microscópica con los objetivos 10x y 40x (Microscopio Primo Star, Zeiss), para determinar si hubo daño o no en los huevos (Figura 15 y 16).

Figura 15. Huevo de *A. galli* deformado y pared rota con 100mg/mL de extracto.

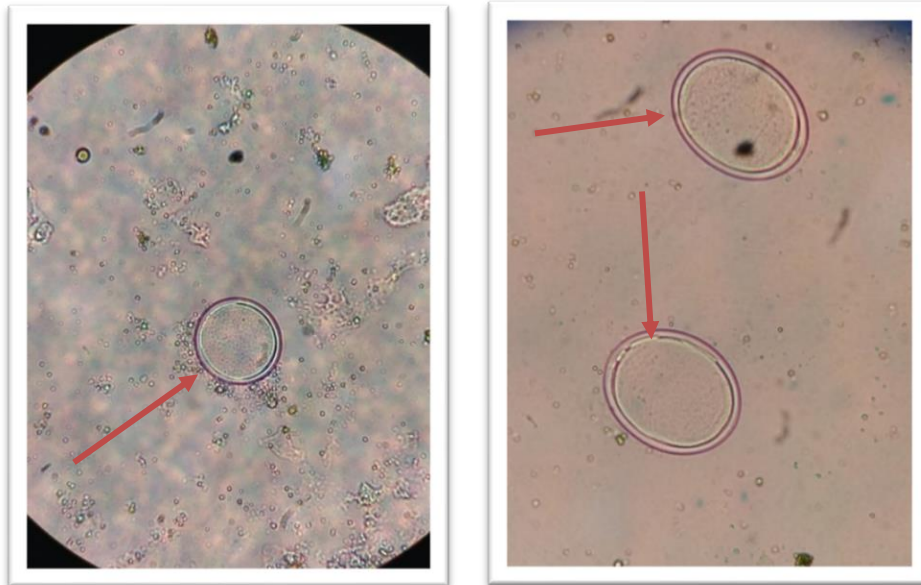
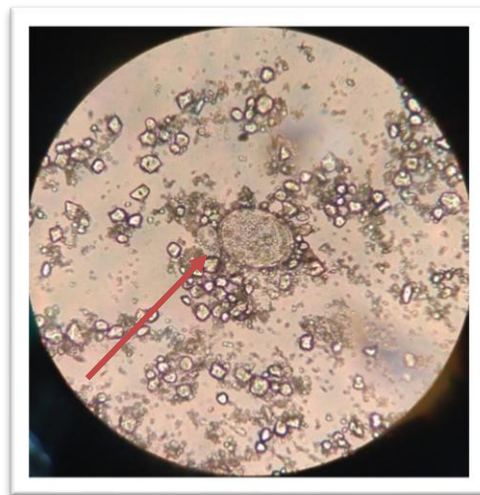


Figura 16. Huevo de *A. galli* con deformación y lisis en interior, con cristales de Fenbendazol.



Sumano y Gutiérrez. (2010), indican que el cambendazol, mebendazol y fenbendazol se utilizan con eficacia contra los parásitos del tubo gastrointestinal y vías respiratorias de las aves y tienen actividad larvica y ovicida. Los estudios del cultivo de huevos de parásitos en las heces después del tratamiento de los animales, sugieren que estos

fármacos tienen una fuerte propiedad ovicida. Estos compuestos actúan contra los huevos de los ascáridos de las aves y, se sabe, la producción de los huevos de los helmintos se inhibe una hora después de que se han administrado, además, los huevos se deforman.

Gregorio. (2019), menciona que el comportamiento farmacodinámico de los benzimidazoles provoca alteración en la estructura microtubular, se unen a la proteína B tubulina del nematodo, favoreciendo la despolimerización y alterando la estructura de los microtúbulos, éstos están involucrados en diversos procesos vitales para la función celular, tales como el transporte de nutrientes, división celular mitótica, excreción de desechos metabólicos y estructura celular. Esa selectiva unión a la proteína tubulina del parásito desencadena una interrupción del equilibrio dinámico tubulina-microtúbulos, lo cual altera el funcionamiento celular (Botana *et al.*, 2002).

En este sentido, Holzmann y Quevedo. (2012), mencionan que también de manera secundaria podrían modificar la actividad de enzimas como fumarato-reductasa y provocar interferencia con el metabolismo energético en el transporte de glucosa hacia el citosol del parásito.

El ensayo *in vitro* demostró actividad ascaricida de la tintura de *C. ambrosioides*, mediante la observación microscópica de los huevos tratados con el extracto se encontró huevos de *A. galli* con deformación, con interrupción de la continuidad de la pared interna y con lisis en el interior; esto debido a que el mecanismo de acción de los aceites esenciales frente a parásitos, ocurre a nivel celular, cuando el esqueleto carbonado de los compuestos se inserta en la membrana celular volviéndola permeable y susceptible a otros componentes más tóxicos, además dependiendo de la dosis de exposición los aceites esenciales interfieren en la respiración celular hasta el punto de provocar lisis celular (Iler, 2017). Este efecto es relacionado a la eficacia de *C. ambrosioides* como ascaricida.

El mecanismo de acción de los aceites esenciales frente a parásitos, hongos, bacterias y otros microorganismos ocurre a nivel celular, cuando el esqueleto carbonado de los aceites esenciales se inserta en la membrana celular volviéndola permeable y susceptible

a otros componentes más tóxicos, además dependiendo de la dosis de exposición los aceites esenciales interfieren en la respiración celular hasta el punto de provocar lisis celular (Iler, 2017).

Según lo reportado por Vita *et al.* (2014), quienes de forma *in vitro* e *in vivo* utilizaron el *Chenopodium ambrosioides* para controlar endoparásitos en gallinas, demostraron una alta tasa de reducción de la inhibición de la eclosión de huevos (97,18%), el ensayo *in vivo* mostró una alta tasa de reducción del conteo de huevos fecales (91,67%).

Por otro lado Álvares *et al.* (2012), concluyen que 0.1 ml/Kg de extracto de paico por vía oral en gallos de pelea, tiene una eficacia en la disminución de huevos de nemátodos como *A. galli*.

El aceite esencial de *C. ambrosioides* ha encontrado un gran uso como antihelmíntico para ganado, sobre todo en países en desarrollo (Ketzis *et al.*, 2002). En observaciones *in vitro* el aceite reducía la viabilidad de los huevos de *H. contortus*, lo que sugiere podría ser útil como parte de una estrategia ecológica a largo plazo para reducir los niveles parasitarios en granjas (Gómez, 2008).

La forma de acción de los aceites esenciales está basada en inducir un claro daño estructural y funcional a las membranas celulares, para alterar la permeabilidad selectiva, con pérdida de iones, ATP, ácidos nucleicos, aminoácidos, cambio de pH, etc. no obstante, aún resta mucho que estudiar para entender el mecanismo de acción de estas sustancias (Sumano y Guiérrez, 2010).

Se realizó un análisis de correspondencia simples basado en *Chi Cuadrado*, el test muestra que hay una asociación significativa entre las categorías con los grupos de tratamientos; 100 mg/mL y 10 mg/mL Fenbendazol; y una relación de los huevos no dañados con los tratamientos 25mmg/mL, 50 mg/mL y testigo (Figura 17 y 18).

Cuadro 6. Resultados de las repeticiones con los diferentes tratamientos

Repeticiones	1		2		3	
	Con daño	Sin daño	Con daño	Sin daño	Con daño	Sin daño
Testigo	0	87	0	97	0	12
25mmg/mL	1	5	4	21	3	67
50 mg/mL	0	154	3	6	0	3
100 mg/mL	50	4	86	22	35	5
Fenbendazol	77	0	42	0	26	0

Cuadro 7. Número de huevos dañados y no dañados por tratamiento

	Testigo	25 mg/MI	50 mg/mL	100 mg/mL	Fenbendazol
Huevos Dañados	0	8	3	171	145
Huevos no dañados	196	93	163	31	0
Total	196	101	166	202	145

El test muestra que hay una asociación significativa entre las categorías (p -value < 0.05) y para interpretar el análisis de correspondencia primero se determina si hay dependencia significativa entre los grupos comparando con el resultado del *chi-cuadrada*. Este análisis (CA) se realizó con el paquete “*FactoMineR*”.

Figura 17. Correspondencias simples basado en *Chi Cuadrado*.

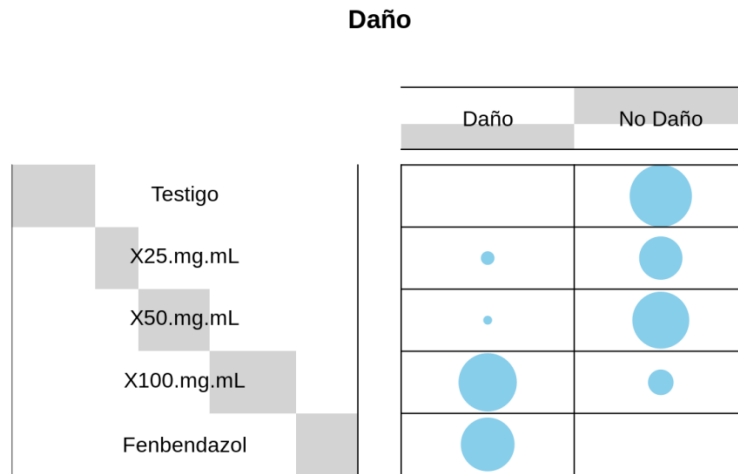
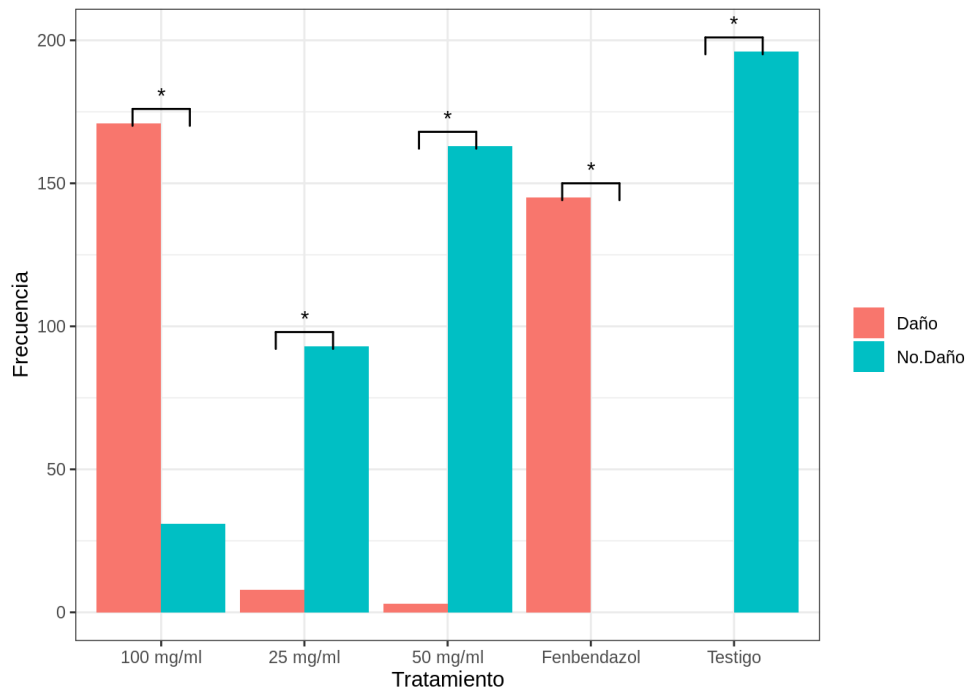


Figura 18. Análisis de contingencias de huevos de *A. galli* dañado y no dañados.



La dosis que se utilizó fue de 100 mg por mL en las diferentes concentraciones de huevos de *A. galli*, basado en la deformación y daño en el huevo, se recomienda extrapolar la dosis a un bioensayo con gallinas infestadas para probar la interrupción del ciclo biológico

del parásito y someter todas las formulaciones farmacéuticas de origen vegetal a controles de calidad que garanticen su inocuidad, eficacia y eficiencia.

5. CONCLUSIONES

Las medidas de control frente a *A. galli* están enfocadas a la interrupción del ciclo de vida empleando antiparasitarios comerciales como fenbendazol, flubendazol, piperacina eliminando la mayor cantidad de adultos y cabe mencionar que desinfectantes y otros agentes de limpieza no eliminan los huevos, así también aplicando medidas de bioseguridad respetando la edad de las aves y orientado al manejo de los corrales realizando rotaciones periódicas de los mismos para evitar una elevada carga parasitaria y otra forma es mediante la reducción del mayor número de huéspedes de transporte (caracoles y lombrices) mediante el uso de insecticidas, lo cual genera un alto impacto y contaminación ambiental.

Parvadas infestadas pueden servir como vectores de transmisión de infecciones, como *Histomonas meleagridis* y *Salmonella enterica serovar Typhimurium*, siendo esta última una zoonosis importante. Sin mencionar efectos adversos sobre la salud del huésped y resistencia generalizada a los antihelmínticos. Además, los residuos de fármacos en la carne de aves de corral pueden provocar carcinogénesis y resistencia a los agentes causales.

El uso de plantas medicinales con empleo antihelmíntico emerge como una posibilidad alternativa y rescatando la cultura de la medicina herbaria tradicional. Por tanto, este trabajo propone una aplicación alternativa al control del nematodo, empleando el *C. ambrosioides* en forma de tintura; Y por lo anterior un beneficio a la salud humana, ambiental y al sistema de producción en avicultura orgánica.

La tintura es un método de extracción hidroalcohólica el cual obtuvo un rendimiento de 8.04% en relación a la planta *Chenopodium ambrosioides*, este proceso se llevó a cabo mediante maceración, evaporación del alcohol y liofilización, en el cual se obtiene un producto líquido con mayor margen de almacenamiento, que permite una mejor manipulación e incorporación para administrar directamente en agua de bebida o alimento, evitando la contaminación.

Se observó que el componente principal del extracto de *C. ambrosioides* fue 1-Azabicyclo[2.2.2]octan-3-one con 44.2% de abundancia, seguido de 2-Ciclohexen-1-ol,1methyl-4-1(1methylethenyl)trans con 11.1%, también Ciclohexanol,2-methylene-5-(1-methyethenyl)- con 3.3%, Cyclohexanone, 2-ethyl- 3.2%, 5-isopropenyl-2-methylcyclopent-1-enecarboxaldehyde 2.7%, 2-Ciclohexen-1-ol,2-methyl-5-(1-methylethenyl)-,cis 2.4%, Pyrazole-4-carboxylic acid,5-amino 2.06% , D limoneno 1.2%, Phenol,2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- 1.05%, Linoleic acid ethyl ester 0.52%.

Establecido el análisis de correspondencia simples basado en *Chi Cuadrado*, existe una asociación significativa entre los grupos de tratamientos con extracto de *C. ambrosioides* y Fenbendazol; Se utilizo 10 veces más la dosis de producto natural en relación al producto comercial, lo que plantea cantidades pertinentes de extracto para diferentes dosis en investigaciones convenientes y referentes a nematicidas. En conclusión, la dosis efectiva *in vitro* del extracto de *C. ambrosioides* establecida en el presente trabajo fue de 100 mg/mL, basado en la deformación, interrupción de la continuidad de la pared interna y lisis en el interior que genera daños en huevos de *A. galli*.

Los presentes resultados representan un avance significativo ante el reto de contar con opciones viables de control nematicida y que den sustento a las exigencias en la producción avícola ecológica-orgánica, además de sentar las bases para llevar a cabo las correspondientes investigaciones *in vivo*.

6. REFERENCIAS

- Abdelqader, A., Qarallah, B., Al-Ramamneh, D., & Das, G. (2012). Anthelmintic effects of citrus peels ethanolic extracts against *Ascaridia galli*. *Veterinary Parasitology*, 188(1-2), 78-84. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.03.003>
- Abdelaziz, A.R., Aboulaila, M.R., Aziz, M., Omar, M.A., Sultan, K., (2018). *In vitro* and *In vivo* anthelmintic activity of pumpkin seeds and pomegranate peels extracts against *Ascaridia galli*. *Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci.* (2), 2–3. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2314853517303918>
- Álvares, C., Rodriguez, P., & Carvajal, E. (2012). Effect of extract paice (*Chenopodium ambrosioides*) gastrointestinal parasites of fighting cocks (*Gallus domesticus*). *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Médicas*, 3(2), 142-143. Recuperado el 22 de 10 de 2020, de https://www.mendeley.com/catalogue/0cdec026-e0e9-367e-9725-f581ba7eb8ba/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Bc8aed922-18af-4ac7-8b88-78e068f1d857%7D
- Allinger, N. L., Cava, M. P., De Jongh, D. C., Johnson, C. R., Lebel, N. A., & Stevens, C. L. (1984). *Química organica* (Segunda edición ed.). España: EDITORIAL REVERTÉ S. A. Recuperado el 12 de 05 de 2022, de <https://books.google.com.mx/books?id=0hLx1I8UQ5sC&lpg=PA856&dq=ascarido&hl=es&pg=PA856#v=onepage&q=ascarido&f=false>
- Ameen, S.A., Adedeji, O.S., Ojedapo, L.O., Salihu, T., Fakorede, O.L., (2012). Anthelmintic efficacy of pawpaw (*Carica papaya*) seeds in commercial layers. *Afr. J. Biotech.* 11 (1), 126–130. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/93048/82455>

- Amudhan, S. M., Begum, H. V., & Hebbar, B. K. (20 de 10 de 2012). A review on phytochemical and pharmacological potential of *areca catechu l.* seed. *International journal of pharmaceutical sciences and research*, 3(11), 4151-4157. doi:[http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.3\(11\).4151-57](http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.3(11).4151-57)
- Barros, B. D., Fernandes, R. M., Fernandes, M. d., Ferreira, M. d., & Rolim, F. R. (2012). Anthelmintic activity of aqueous and ethanolic extracts of *Morinda citrifolia* fruit on *Ascaridia galli*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 18(4), 32-36. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de [10.4322/rbpv.01804006](https://doi.org/10.4322/rbpv.01804006)
- Bendgude, R.D., Maniyar, M.G., Kondawar, M.S., Patil, S.B., Hirave, R.V., (2012). Anthelmintic activity of leaves of *Mimosa pudica*. *Int. J. Instit. Pharm. Life Sci.* 2 (1), 2249–6807. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/259288608_Anthelmintic_Activity_of_Leaves_of_Mimosa_Pudica
- Botana, L. L., Landoni, F. M., & Martín-Jiménez, T. (2002). *Farmacología y Terapéutica Veterinaria*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana. Recuperado el 02 de 04 de 2022, de https://www.academia.edu/36952871/Farmacolog%C3%ADa_y_Terap%C3%A9utica_Veterinaria
- Bowman, D. D. (2011). *Georgis Parasitología para veterinarios* (Novena ed.). Madrid, España: Elsevier. Recuperado el 03 de 02 de 2022, de <https://www.elsevier.com/books/georgis-parasitologia-para-veterinarios/bowman/978-84-8086-705-4>
- Bullaín, G. M., Avilés, T. Y., Viera, T. Y., Guardia, P. Y., & Estrada, A. E. (2016). Control de calidad de la tintura al 20 % de hojas de *Faramea occidentalis* (L.) A. Rich. (Nabaco). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(2). Recuperado el 05 de 02 de 2021, de <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/317/167>

- Burneo, V. M. (2012). *Desarrollo y validación de un método analítico para la determinación de ascaridol en el extracto hexánico de Chenopodium ambrosioides (paico) mediante cromatografía de gases-FID*. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador. Recuperado el 11 de 02 de 2021, de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/3161/1/TESIS%20BURNEO%20MARIA%20LORETO.pdf>
- Camposano, P. T. (2018). Prevalencia de parásitos gastrointestinales en aves criollas, (*Gallus domesticus*). *Universidad Politécnica Salesiana*, 26-85. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15667/1/UPS-CT007691.pdf>.
- Cañigüeral, S., & Vila, R. (2007). Los aceites esenciales en fitoterapia. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 6(5), 146. Recuperado el 12 de 01 de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=856175080002>
- Castellanos, G. J. (2008). Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 7(1), 3-9. Recuperado el 12 de 10 de 2020.
- Carné, S. S. (2019). *El auge de la Avicultura Ecológica de Puesta*. Recuperado el 01 de 10 de 2021, de Avinews América Latina: <https://avicultura.info/el-auge-de-la-avicultura-ecologica-de-puesta/>
- Diario Oficial de la Unión Europea - *EUR-Lex*. (2013). Diario Oficial de la Unión Europea - EUR-Lex. Recuperado 28 de 06 de 2021, de <https://eur-lex.europa.eu/oj/direct-access.html?locale=es>
- Dougnon, T.J., Edoh, P.A., Assogba, M.N., Tobada, P., Youssao, I., (2012). Comparative effects of piperazine of citrate and papaya seeds on *Ascaridia galli* in layers harco. *Int. J. Biosci.* 2 (2), 72–76. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de <https://www.researchgate.net/profile/Issaka-Youssao-Abdou->

Karim/publication/337076373_Comparative_effects_of_piperazine_of_citrate_and_papaya_seeds_on_Ascaridia_galli_in_layers_harco/links/5dc3cb044585151435ef74f7/Comparative-effects-of-piperazine-of-citrate-and-papaya-seeds-on-Ascaridia-galli-in-layers-harco.pdf

Espitia, C. Y. (2011). Evaluación de la actividad repelente e insecticida de aceites esenciales extraídos de plantas aromáticas utilizados contra *tribolium castaneum* herbst (coleoptera: tenebrionidae). *Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Departamento de toxicología*, 13-43. Recuperado el 12 de 02 de 2021, de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7806>

Fanatico, A. C., Owens, C. M., & Emmert, J. L. (2009). Organic poultry production in the United States: Broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 18(2), 355-366. Recuperado el 01 del 10 de 2021 de <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00123>

Fumiyuki, K., Yoshiaki, I., Nahoko, U., Gisho, H., Akiko, T., Junko, N. S., & Takashi, A. (2001). *Hidroperoxico de monoterpenos con actividad tripanocida de Chenopodium ambrosioides*. Recuperado el 11 de 02 de 2021, de <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/np010445g>

Gadano, A. B.;Gurni A.A., Carballo M.A. (2006). Medicina popular argentina: efectos genotóxicos de la familia Chenopodiaceae. *Revista de etnofarmacología*, 103(2), 246-251.

González, A. K. M. (2021). Determinación *in vitro* de la efectividad de *Thymus vulgaris* como coccidicida. *Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agronómicas*, 17-26. <https://repositorio.unach.mx/jspui/handle/123456789/3432>

Gómez, C. J. (2008). *Epazote (Chenopodium ambrosioides)*. *Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol*. Recuperado el 22 de 05 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/856/85670103.pdf>

- Gregorio , L. I. (2019). Mecanismo de acción de antiparasitarios (II). Antihelmínticos. *Facultad de Farmacia Universidad complutense*, 7-9. Recuperado el 21 de 05 de 2022
- Gutiérrez, C. F. (2017). evaluación de la actividad antifúngica de extractos etanólicos de paico (*Chenopodium ambrosioides*), khoa (*clinopodium bolivianum*) y ruda (*ruta graveolens*) frente a *moniliophthora* spp aislada a partir de muestras de cacao con moniliasis. Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, 50-67. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18259>
- Holzmann, E. E., & Quevedo , M. P. (2012). Bencimidazoles: evaluación de la potencia y dosis en el control antihelmintico de nematodos gastrointestinales en ovinos. *Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Veterinaria*, 16-42. Recuperado el 22 de 11 de 2021, de <https://hdl.handle.net/20.500.12008/19845>
- Houriet, J. L. (2007). Guía práctica de enfermedades más comunes en aves de corral (ponedoras y pollos). *Miscelánea-EEA Cerro Azul*, 23-31. Recuperado el 12 de 04 de 2021, de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AR2008000096>
- Husori, D. I., Sumardi, Tarigan, H., Gemasih, S., & Ningsih, S. R. (2018). *In vitro* anthelmintic activity of *Acanthus ilicifolius* leaves extracts on *Ascaridia galli* and *Pheretima posthuma*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 8(2), 164-167. doi:10.7324/JAPS.2018.8224
- Iler, D. I. (2017). Evaluación de la actividad nematicida in vitro de aceites esenciales frente a *Meloidogyne*. *Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos*, 5-26. Recuperado el 11 de 03 de 2021, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26608/1/BQ%20138.pdf>
- INEGI. (2005). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Recuperado el 22 de 05 de 2020, de <https://kipdf.com/prontuario-de->

informacion-geografica-municipal-de-los-estados-unidos-mexicanos-t_5b1651627f8b9a516e8b4612.html

Jaramillo E., B., Duarte R., E., & Delgado, W. (2012). Bioactividad del aceite esencial de *Chenopodium ambrosioides* colombiano. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(1), 54-64. Recuperado el 04 de 12 de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000100006#tab1

Jeni, R., Dittoe, D. K., Olson, E. G., Lourenco, J., Seidel, D. S., Ricke, S. C., & Callaway, T. R. (2021). An overview of health challenges in alternative poultry production systems. *Poultry Science*, 100(7), 101173. Recuperado el 21 de 02 de 2021, de <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101173>

Ketzis, J. K., Taylor, A., Bowman, D. D., Brown, D. L., Warnick, L. D., & Erb, H. N. (2002). *Chenopodium ambrosioides* and its essential oil as treatments for *Haemonchus contortus* and mixed adult-nematode infections in goats. *Small Ruminant Research*, 44(3), 193-200. doi:10.1016/S0921-4488(02)00047-0

Kanthal, L.K., Mondal, P., De, S., Tana, S., Aneela, S., Satyavathi, K., (2012). Evaluation of anthelmintic activity of *Carica papaya* latex using *Pheritima posthuma*. *Int. J. life Sci. Res. Pharma Res.* 2, 10–12. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de http://ijlpr.com/admin/php/uploads/44_pdf.pdf

Laguna , C. M., Téllez, P. S., Sujka, E., & López, P. I. (2019). Empleo de fitobióticos como herramienta terapéutica en granja de aves de puesta. *Avinews America Latina*, 7. Recuperado el 11 de 02 de 2021, de <https://avicultura.info/paises/centro-america-caribe/>

López, J., & Pérez-Soto, J. (2010). Etnobotánica medicinal y parasitosis intestinales en la Isla de Ometepe, Nicaragua. *Polibotánica*(30), 137-161. Recuperado el 04 de 11 de 2021, de https://www.mendeley.com/catalogue/65d74d7c-8e3b-39a1-9100-5f6202a772fd/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B8024e398-b7b7-4f3a-8e54-ce8024fd2e50%7D

- Luján-Hidalgo, M. C., Gutiérrez, M. F., Vutura, C. L., Dendooven, L., Mendoza, L. M., Cruz, S. S., . . . Archila, A. M. (2010). Composición química y actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de hojas de *Bursera graveolens* y *Taxodium mucronatum* de Chiapas. En *Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez*. México.
- MacDonald, D., VanCrey, K., Harrison, P., Rangachari, P., Rosenfeld, J., Warrend, C., & Sorger, G. (2004). *Las infusiones de Chenopodium ambrosioides sin ascaridol contienen uno o varios nematocidas que no son tóxicos para el músculo liso de los mamíferos*. Recuperado el 12 de 02 de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874104000790?via%3Dihub>
- Marcos, A. C. (2015). *Ascaridia galli*: estudio de la prevalencia y de la respuesta inmune en gallinas ponedoras. *Universidad de Salamanca, Facultad de Biología*, 26-56. Recuperado el 22 de 05 de 2020, de <http://hdl.handle.net/10366/128410>
- Maya, B. C. (2014). *Avicultura orgánica y ecológica: ¿estamos listos para tenerla?* Recuperado el 01 de 10 de 2021, de [Avicultura .mx: https://www.avicultura.mx/destacado/Avicultura-organica-y-ecologica%3A-%C2%BFestamos-listos-para-tenerla_](https://www.avicultura.mx/destacado/Avicultura-organica-y-ecologica%3A-%C2%BFestamos-listos-para-tenerla_)
- Mubarokah, W. W., Nurcahyo, W., Prastowo, J., & Kurniasih, k. (2019). *In vitro* and *in vivo* Areca catechu crude aqueous extract as an anthelmintic against *Ascaridia galli* infection in chickens. *Veterinary World*, 12(6), 877-882. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de <http://www.mendeley.com/catalog/4a79f66b-f9b7-3354-be06-1962e6b3633d/>
- Nghonjuyi, N. W., Keambou, C. T., David Denis Sofeu-Feugaing, D. D., Taiwe, G. S., Abdel, A. A., Lisita, F., (2020). Mimoso pudica and Carica papaya extracts on *Ascaridia galli* - Experimentally. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 19(100), 7. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405939018300960>

Patilaya, p., Husori, D. I., & Sumantri, I. B. (2017). The anthelmintic effects of ethanol extract of *Curanga fel-terrae* leaves on *Ascaridia galli*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 3(10), 117-119. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de <http://www.mendeley.com/research/849ae13f-0b4f-3108-b318-0eeb099d34f6/>

Patricio, F., Costa, C., Pereira, P., Araghaio Filo, W., Sousa, S., Pereira, W., . . . Riberiro, M.-N.-S. (2007). *Eficacia del tratamiento intralesional con Chenopodium ambrosioides en la infección murina por Leishmania amazonensis*. Recuperado el 12 de Febrero de 2021, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18035510/>

Quiroz, H. R. (1990). *Parasitología* (Cuarta ed.). México, D.F, México: LIMUSA S.A de C.V. Recuperado el 21 de 12 de 2021.

REGULACIÓN No. –28-02. (1998). *Requisitos para las solicitudes de inscripción, renovación y modificación en el registro de medicamentos de origen natural de uso humano*. Recuperado el 08 de 02 de 2021, de Centro para el control estatal de la calidad de los medicamentos: [http://www2.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/0804688d2854a01e032579e60062d5a9/\\$FILE/Regulaci%c3%b3n%20N%c2%b0%2028-2002.pdf](http://www2.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/0804688d2854a01e032579e60062d5a9/$FILE/Regulaci%c3%b3n%20N%c2%b0%2028-2002.pdf)

Rodriguez, M. C., Pulido, S. N., & Rodriguez, M. A. (2018). Evaluación de tres extractos de plantas para inhibir el desarrollo de larvas de los parásitos gastrointestinales de ovinos. *Revista Cubana de plantas medicinales*, 23(3). Recuperado el 1 de 2 de 2021, de <http://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/449/323>

Rojas, N. M., & Castillo, C. I. (2016). Actividad antibacteriana *in vitro* del extracto acuoso y etanólico de las hojas de *Chenopodium ambrosioides* (Paico), frente a *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*, mediante los método de difusión en agar y macrodilución. *Universidad Nacional de la Amazonía Peruana Facultad de farmacia y bioquímica*, 112. Recuperado el 22 de 09 de 2021, de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3861>

- SADER. (2018). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Recuperado el 12 de Febrero de 2021, de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/hierba-olorosa-y-sabrosa-es-el-epazote#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20la%20producci%C3%B3n%20anual,Tlaxcala%20y%20Estado%20de%20M%C3%A9xico>.
- Sá, D. R., Soares, L. L., & Randau, K. P. (2015). Óleo esencial de *Chenopodium ambrosioides* L.: estado da arte. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, 36(2), 267-276. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de https://www.mendeley.com/catalogue/36940318-ee5c-357b-9c93-b0603c2824d2/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B9b43afc4-7c7f-41b1-b54b-58ff16c492b7%7D
- SENASICA. (2020). *Gobierno de México*. Obtenido de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/produccion-animal>
- Shifaw, A., Feyera, T., Walkden-Brown, S. W., Sharpe, B., Elliott, T., & Ruhnke, I. (2021). Global and regional prevalence of helminth infection in chickens over time: a systematic review and meta-analysis. *Poultry Science*, 100(5), 101082. Recuperado el 02 de 01 de 2021, de <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101082>
- Sumano, O. H., & Gutiérrez, O. L. (2010). *Farmacología clínica en aves comerciales* (Cuarta ed.). México: Mc Graw Hill. Recuperado el 10 de 01 de 2021
- Taylor, L. (2005). The healing power of Rainforest herbs. En L. Taylor. Garden City Park: Square One Publishers. Recuperado el 11 de 02 de 2021, de <https://rain-tree.com/book2.htm>
- Torres, M. A., Ricciardi, G. A., Agrelo de Nassiff, E. A., Ricciardi, A. I., & Bandoni, A. L. (2003). Examen del contenido en ascaridol del aceite esencial de *Chenopodium ambrosioides* L. (paico). *Facena*, 19(1), 27-32. Recuperado el 11 de 10 de 2021, de <http://exa.unne.edu.ar/revisfacena/19/27-32.pdf>

- Thapa, S., Hinrichsen, L. K., Brenninkmeyer, C., Gunnarsson, S., Heerkens, J. L., Verwer, C., y otros. (2015). Prevalence and magnitude of helminth infections in organic laying hens (*Gallus domesticus*) across Europe. *Veterinary Parasitology*, 214(1-2), 118-124. Recuperado el 23 de 06 de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401715300480>
- Tiwari, P., Kumar, B., Kaur, M., Kaur, G., & Kaur, H. (2011). Phytochemical screening and Extraction: A Review. *Internationale pharmaceutica sciencia*. Recuperado el 07 de 07 de 2021 de <https://www.semanticscholar.org/paper/PhytochemicalscreeningandExtraction%3AAReviewTiwariKaur/979e9b8ddd64c0251740bd8ff2f65f3c9a1b3408>
- Ulsurum, D. d., & Diéz de Ulsurum, D. L. (2014). *Procesos parasitarios emergentes en sistemas alternativo*. Recuperado el 12 de 02 de 2021, de <https://avicultura.info/download/procesos-parasitarios-emergentes-en-sistemas-alternativos.pdf>
- Vita, G. f., Ferreira, I., Costa, Pereira, M. V., Azevedo, J. R., Sanavria, A., Barbosa, C. G., y otros. (2014). Eficácia de *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria) no controle de endoparasitos de *Gallus (galinha caipira)*. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 1(34), 39-45. Recuperado el 23 de 06 de <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000100007>
- Weber, W. E. (2009). *Chenopodium ambrosioides* L, Malezas de México. *CONABIO*. Recuperado el 12 de febrero de 2021, de Malezas de México: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/chenopodiaceae/chenopodium-ambrosioides/fichas/ficha.htm#9.%20Referencias>
- Zakiah, N., Aulianshah, V., Hidayatullah, T. M., & Hanum, F. (2020). Efek Ekstrak Etanol Biji Labu Kuning (*Cucurbita moschata* Duchesne) Sebagai Antelmintik Pada Cacing Gelang (*Ascaridia galli*). *Sel Jurnal Penelitian Kesehatan*, 7(1), 11-18. Recuperado el 23 de 06 de <http://www.mendeley.com/catalog/bc484f17-f3a6-32bd-ac9d-a3cf64dc9604/>

Zhao, W. T., Guo, Y. N., Zhang, L. P., & Li, L. (2016). Ultrastructure of *Ascaridia galli* (Schrank, 1788) (Nematoda: Ascaridida) from the endangered green peafowl *Pavo muticus* Linnaeus (Galliformes: Phasianidae). *Acta Parasitologica*, 61(1), 66–73. <https://doi.org/10.1515/ap-2016-0007>

7. ANEXOS

Figura 19. Análisis Chi cuadrado.

```
##  
## Pearson's Chi-squared test  
##  
## data: df_mat  
## X-squared = 658.15, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

Figura 20. Análisis de correspondencia simples basado en Chi Cuadrado.

```
## $coord  
## Testigo X25.mg.mL X50.mg.mL X100.mg.mL Fenbendazol  
## -0.8228114 -0.6613733 -0.7859773 0.9025589 1.2153453  
##  
## $contrib  
## Testigo X25.mg.mL X50.mg.mL X100.mg.mL Fenbendazol  
## 20.161954 6.712597 15.581310 25.002209 32.541930  
##  
## $cos2  
## Testigo X25.mg.mL X50.mg.mL X100.mg.mL Fenbendazol  
## 1 1 1 1 1  
##  
## $inertia  
## [1] 0.16382179 0.05454182 0.12660272 0.20315029 0.26441273
```

Los siguientes datos muestran los resultados por renglón y por columna. Estos resultados representan lo siguiente:

Coord: Coordenadas para los puntos en las diferentes dimensiones (Sin embargo, aquí solo hay una dimensión, por lo tanto, una sola coordenada.)

cos2: Calidad de representación (En este caso todos tienen el valor de 1 ya que en una sola dimensión todos son importantes).

Contrib: Contribución de renglón o columna (grupo). Esto se refiere a que tanto un grupo le da variación (aleja un grupo de otro)

inertia: Se considera como el total de varianza de un grupo. La suma de todas las inercias es igual a 1, ya que todos los grupos hacen que varíen los datos.