



Original

Utilización de extractos de hojas de *Azadirachta indica* en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos

Azadirachta indica Leaf Extracts for the Control of Ovine Gastrointestinal Nematodes

Nelson Correa Herrera *, Josmel Salas Romero **, Janet Quiñones-Galvez ***

*Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez", Carretera a Morón, km 9,5, Ciego de Ávila, Cuba.

**Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte y Loinaz".

***Centro de Bioplantitas, Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez", Carretera a Morón, km 9,5, Ciego de Ávila, Cuba.

Correspondencia: nelsonch9610@gmail.com

Recibido: Junio, 2023; Aceptado: Agosto, 2023; Publicado: Septiembre, 2023.

RESUMEN

Antecedentes: Los nematodos son parásitos gastrointestinales que infectan al ganado ovino. Son responsables de pérdidas económicas de hasta un billón de dólares a nivel mundial y representan uno de los problemas más graves en la producción ovina extensiva, particularmente en los trópicos.

Objetivo. Recopilar la información relacionada con las principales actividades biológicas de los extractos de hojas del árbol del *A. indica* (*Azadirachta indica* A. Juss) para evaluar su posible uso futuro como tratamiento clínico en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos.

Desarrollo: Debido a los problemas productivos y económicos que implica la parasitosis gastrointestinal en los animales, donde la resistencia antihelmíntica es causada por el mal manejo de los antihelmínticos a niveles aceptables para desarrollar un potencial productivo del ganado, actualmente se están buscando métodos alternativos para el control de los nematodos gastrointestinales capaces de reducir de manera eficaz las cargas parasitarias. El atributo de los métodos alternativos de control es reducir la dependencia con respecto a los antihelmínticos comerciales, lo que significa menos tratamientos por año al animal, lo que permite preservar parásitos susceptibles en la misma granja. El uso de plantas con propiedades antihelmínticas se ha convertido en una de las alternativas de mayor interés en los últimos años. El árbol del *A. indica*, es una de estas plantas con actividad antiparasitaria. **Conclusiones:** Los extractos de hojas del árbol del *A. indica* (*Azadirachta indica* A. Juss) constituyen una fuente alternativa ecológica a evaluar

Como citar (APA)

Correa Herrera, N., Salas Romero, J., & Quiñones-Galvez, J. (2023). Utilización de extractos de hojas de *Azadirachta indica* en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos. *Revista de Producción Animal*, 35(2). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4533>



El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

como tratamiento clínico para el control de nematodos gastrointestinales en ovinos por su efecto antihelmíntico y ayudan a promover la biodiversidad. En comparación con los antihelmínticos químicos muestran menor posibilidad de desarrollar resistencia y demuestran que son seguros, económicos y fáciles, disponible en los alrededores y serán útiles para agricultores o ganaderos. Los extractos de esta planta podrían integrarse en un programa de métodos de control integrado diseñado para lograr un control parasitario sostenible en los sistemas de producción ovina y además emplearse en estudios contra los parásitos del filo platelminto, de mayor prevalencia epidemiológica.

Palabras clave: *Azadirachta*, plant extracts, sheep, *Trichostrongyloidea* (Fuente: MeSH)

ABSTRACT

Background: Nematodes are gastrointestinal parasites that infect ovines. They can cause economic losses leading to the most serious problems in extensive ovine production, particularly in tropical areas of up to a billion dollars worldwide. **Aim.** To collect information about the main biological activities of *A. indica* (*Azadirachta indica* A. Juss) tree leaf extracts to evaluate their possible use in the future as a clinical treatment to control gastrointestinal nematodes in ovines. **Development:** The productive and economic problems caused by gastrointestinal parasitosis in animals, where anthelmintic resistance results from failure to use anthelmintics at adequate levels for proper livestock productive potential. Hence, alternative methods to control gastrointestinal nematodes capable of reducing the parasitic burdens are being studied presently. The attribute of alternative methods is to reduce the dependence on commercial anthelmintics, which means fewer treatments to animals a year, thus permitting the preservation of susceptible parasites on the farm. The utilization of farms with anthelmintic properties has become one of the most interesting alternatives recently. The *A. indica* tree is one of the plants that has antiparasitic activity. **Conclusions:** *A. indica* (*Azadirachta indica* A. Juss) tree leaf extracts constitute an alternative ecological source to control gastrointestinal nematodes in ovines, due to their anthelmintic effect and the promotion of biodiversity. Compared to chemical anthelmintics, they have a lower chance of developing resistance, demonstrating safety, cost-effectiveness, and ease of use, since they are present in the environment, and are useful to farmers. The plant extracts might integrate into a program for a comprehensive control method designed to control parasites sustainably in ovine production systems. They could also be part of studies on phylum plathelminth parasites, with a broader epidemiological prevalence.

Key words: *Azadirachta*, plant extracts, sheep, *Trichostrongyloidea* (Source: MeSH)

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades parasitarias, en particular los nematodos gastrointestinales (NGI) se encuentran entre los elementos que más se crean en las ovejas en todo el mundo, representando las principales desgracias financieras debido a la disminución de la utilización del sustento, el desarrollo impedido, la reducción de la generación de drenaje, la reducción de peso, la madurez discapacitada y, en casos de contaminación inmensa, las altas tasas de mortalidad (Chinchilla *et al.*, 2020). Tales parásitos afectan la salud y bienestar animal disminuyendo de manera alarmante su potencial productivo, ya que la infección por NGI resulta en un incremento en las tasas de mortalidad (Camacho *et al.*, 2021).

Las medidas de control efectivos y potencialmente no peligrosos de endoparásitos son muy necesarias para que los agricultores eviten más pérdidas económicas (Rafique *et al.*, 2022).

Las plantas medicinales tradicionales como desparasitantes alternativos demostraron ser significativas en países desarrollados y subdesarrollados. Además, el uso de plantas medicinales son una tradición en muchos países (Azam *et al.*, 2019; Majeed *et al.*, 2020; Hassan *et al.*, 2020; Adoho *et al.*, 2022).

Hallazgos previos relacionados con plantas medicinales tradicionales demostraron que muchas especies de plantas actúan como desparasitantes, son una alternativa a los antihelmínticos (Abbas *et al.*, 2020), pueden ser útiles para reducir el nivel de influjo de parásitos en el ganado (Sobhy *et al.*, 2021), son sostenibles y ecológicamente aceptables (Rafique *et al.*, 2022). Entre las especies más empleadas con este propósito se encuentra el Neem (*Azadirachta indica* A. Juss. *Meliaceae*) (Souza *et al.*, 2016). El árbol *Azadirachta indica* (Neem) es conocido por sus propiedades medicinales y se ha utilizado para tratar nematodos gastrointestinales y otras infecciones en varias partes del mundo (Biswas *et al.*, 2022).

No obstante, Ragab *et al.* (2020) plantea que los productos derivados de muchas hierbas y plantas son fuente de compuestos bioactivos y agentes que se puede utilizar para el tratamiento de enfermedades y son comparativamente inofensivos para su uso. Casi el 25% de drogas sintéticas se derivan de hierbas y plantas medicinales, informado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y en los países en desarrollo y subdesarrollados casi el 80% de la población depende de la medicina herbal para el tratamiento de diferentes enfermedades.

Por tanto, desarrollar e incluir en el manejo integral pecuario el uso de extractos con actividad antihelmíntica reviste de trascendental importancia para mejorar el bienestar animal y disminuir las pérdidas económicas causadas por nematodos. En este sentido, el objetivo de esta revisión es recopilar la información relacionada con las principales actividades biológicas de los extractos de hojas del árbol del *A. indica* (*Azadirachta indica* A. Juss) para evaluar su posible uso futuro como tratamiento clínico en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos.

DESARROLLO

Descripción de *Azadirachta indica*

Es un árbol de rápido crecimiento con 20-23 m de altura y el tronco es recto y tiene un diámetro de alrededor de 4-5 pies (Figura 1). Las hojas son compuestas, imparipinnadas, con cada una comprendiendo 5-15 folíolos. Sus frutos son drupas verdes que se vuelven de color amarillo dorado al madurar en los meses de junio a agosto (Alzohairy, 2016). Las flores son aromáticas (Chaguthi *et al.*, 2018), de naturaleza bisexual y de color amarillo pálido y blanco (Quraishi *et al.*, 2018).

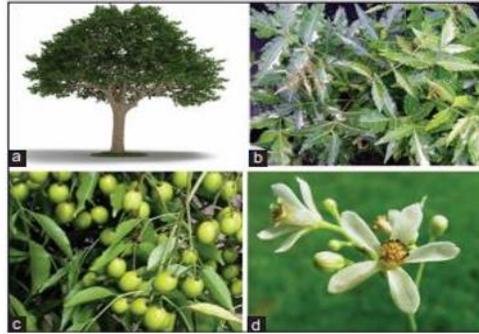


Figura 1. Árbol de *Azadirachta indica* y sus diferentes partes a) Árbol, b) Hojas, c) Frutos, d) Flores (Rahmani *et al.*, 2018).

La posición taxonómica de *Azadirachta indica* (Neem) se clasifica en la Tabla 1 (Uzzaman, 2020).

Tabla 1. Taxonomía de *Azadirachta indica* (Uzzaman, 2020).

Reino	<i>Plantae</i>
Sub-reino	<i>Traqueobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Eudicot</i>
Subclase	<i>Rosidae</i>
Orden	<i>Sapindales</i>
Familia	<i>Meliaceae</i>
Género	<i>Azadirachta</i>
Especie	<i>A. indica</i>

Origen y distribución geográfica

Azadirachta indica está ampliamente distribuido en todo el subcontinente indio (Bendigeri *et al.*, 2019). El Neem es extensamente cultivado en varios países asiáticos como India, Nepal, Tailandia, Camboya, Indonesia, Sri Lanka, Birmania, Pakistán, Bangladesh y Vietnam (Tinghui *et al.*, 2001). Una cantidad significativa de Neem se planta en países africanos como Senegal, Guinea, Ghana, Mali, Mauritania, Nigeria, Etiopía, Kenia, Sudán, Tanzania, Somalia y Mozambique. También está muy extendido en países de América Central y del Sur como Guyana, Tobago, Jamaica, Surinam, República Dominicana, México, Bolivia, Brasil y Santa Lucía (Tinghui *et al.*, 2001). Oli y Gautam (2022) informaron que la población de árboles de Neem en Senegal está entre 18 y 30 millones. Sin embargo, más del 60% de toda la población de *A. indica* se encuentra en la India (Tinghui, 2001).

Composición química

La identificación de los diferentes compuestos y los agentes activos que constituyen la planta, genera una gran variedad de avances y aportes en el aprovechamiento y utilización de su potencial. Reconoce los compuestos permitiendo aislarlos e identificando a qué grupo pertenece, los efectos sobre los agentes aplicados y el beneficio que esto genera para la humanidad que en los últimos

años se han enfocado en obtener productos limpios, no contaminantes y que ayuden a proteger el medioambiente. Los avances tecnológicos han permitido aislar y obtener moléculas complejas, esto en pro de obtener productos biodegradables, no contaminantes y que permitan controlar eficiente y eficazmente las plagas que atacan los cultivos, así mismo proteger la salud humana con productos naturales y sin efectos secundarios, por ello el *A. indica* se ha convertido en una alternativa importante en este desarrollo y avance tecnológica con fines de optimización de sus compuestos y las aplicaciones que tiene para el bienestar humano (Chica, 2018).

El árbol de *A. indica* contiene cientos de compuestos (es decir, fitoquímicos), muchos de los cuales se ha encontrado que son bioactivos y tienen una utilidad diversa por sí mismos. De los más de 300 compuestos únicos que se han identificado dentro del árbol de *A. indica*, algunos de los fitoquímicos más abundantes (por ejemplo, azadiractina, gedunina y nimbolida) ya se han definido como medicamentos potenciales con una amplia gama de actividades biológicas (Saleem *et al.*, 2018; Braga *et al.*, 2020; Nagini *et al.*, 2021). Dos revisiones exhaustivas recientes de Saleem *et al.* (2018) y Gupta *et al.* (2017) han cubierto de manera experta la extensa fitoquímica de *A. indica* (Marina y Scott, 2022).

Propiedades medicinales

Extractos de este árbol (*A. indica*) se han utilizado ampliamente como tratamientos para promover la salud desde la antigüedad debido a su amplia variedad de propiedades terapéuticas (Rahmani *et al.*, 2018). Varias partes del árbol se han utilizado durante milenios en la medicina tradicional India por sus supuestas propiedades antipiréticas, antiácidas, antiparasitarias, antibacterianas, antivirales, antidiabéticas, anticonceptivas, antidesmoderméticas, anticancerígenas, antiinflamatorias, antioxidantes, anti-fúngicas, dentales y otras propiedades curativas y protectoras (Alzohairy, 2016; Marina y Scott, 2022) (Figura 2).

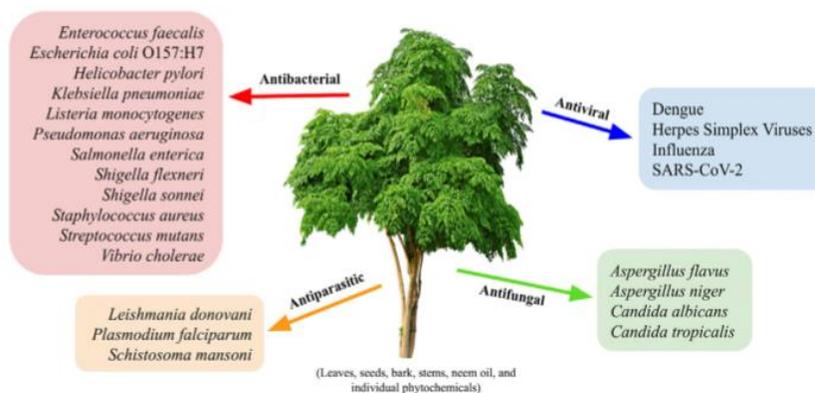


Figura 2. Blancos antimicrobianos representativos del árbol de *A. indica*, *Azadirachta indica*. Se ha demostrado que prácticamente todas las partes del árbol de *A. indica* (hojas, semillas, corteza y tallos), el aceite de *A. indica* y los fitoquímicos individuales asociados con el *A. indica* poseen actividades antibacterianas, antivirales, antiparasitarias y/o antifúngicas (Marina & Scott, 2022).

Nematodos gastrointestinales en ovinos

Los nematodos gastrointestinales (NGI) son gusanos cilíndricos que habitan el tracto digestivo de rumiantes y son considerados como parásitos de gran importancia en la industria ganadera principalmente en sistemas extensivos, tanto de climas tropicales como templados (Craig, 2018). Los parásitos adultos copulan y se produce una gran cantidad de huevos que salen al medio junto con las heces en donde desarrollan hasta larvas infectantes (L₃) que contaminan los pastos. Los animales se infectan al consumir el pasto contaminado con estas larvas (Reyes *et al.*, 2022).

Especies de nematodos que afectan a los ovinos

Los nematodos gastrointestinales de la familia *Trichostrongylidae* son algunos de los parásitos más importantes de los pequeños rumiantes en todo el mundo (Elseadawy *et al.*, 2018). *Ostertagia* spp., *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus* spp., *Nematodirus* spp. y *Marshallagia marshalli* son los principales NGI de ovejas criadas en climas templados (Dey *et al.*, 2020; Sharma *et al.*, 2020).

Por otra parte, López *et al.* (2013) informan que en las regiones tropicales y subtropicales, uno de los principales agentes que afectan la salud de los ovinos son los parásitos gastrointestinales, lo cual coincide con lo anteriormente planteado; dentro de los que se destacan nematodos como *Haemonchus contortus* (considerado el de mayor prevalencia mundial y uno de los principales causantes de pérdidas económicas en la producción ovina), *Trichostrongylus colubriformis*, *Nematodirus*, *Oesophagostomum*, *Cooperia*, *Strongyloides*, *Teladorsagia*, *Chabertia*, *Bunostomum*, *Trichuris* y *Dictyocaulus* (Cruz *et al.*, 2017).

Consecuencias para la producción ovina

La infección por nematodos gastrointestinales (NIG) es un problema para los animales pequeños y grandes a nivel mundial (Dey *et al.*, 2020). De acuerdo a Charlier *et al.* (2020) estos parásitos causan un impacto económico significativo en la industria a través de los efectos en la producción animal y los costos de los tratamientos.

Sin embargo, cuando predomina fundamentalmente, *Haemonchus* spp. se producen pérdidas de sangre, con una rápida caída de los valores del hematocrito, baja conversión alimenticia, dificultades en la ganancia de peso, pérdida del apetito y retraso en el crecimiento e incluso, la muerte; los animales jóvenes son especialmente susceptibles, y todo ello se traduce en pérdidas económicas para los ganaderos (Scott, 2017).

Por otra parte, los helmintos gastrointestinales también afectan los sistemas de agricultura en todo el mundo (Alzahrani *et al.*, 2016). Estas infecciones parasitarias interrumpen la absorción de nutrientes en los animales, lo que resulta en una reducción del peso corporal y un aumento de la susceptibilidad a infecciones secundarias (López *et al.*, 2020).

Estrategias de control existentes

Debido a los problemas productivos y económicos que implica la parasitosis gastrointestinal en los animales, donde la resistencia antihelmíntica es causada por el mal manejo de los antihelmínticos a niveles aceptables para desarrollar un potencial productivo del ganado, actualmente se están

buscando métodos alternativos para el control de los NGI capaces de reducir de manera eficaz las cargas parasitarias (Aguilar *et al.*, 2013).

El atributo de los métodos alternativos de control es reducir la dependencia con respecto a los antihelmínticos comerciales, lo que significa menos tratamientos por año al animal, lo que permite preservar parásitos susceptibles en la misma granja. Así mismo estos pueden ser usados por los productores con problemas existentes de resistencia antiparasitaria. Ante el problema de la parasitosis surgen los métodos alternativos del control como el uso eficiente de antiparasitarios, manejo de pastoreo, utilización de razas resistentes y vacunas, por otro lado, el control biológico con hongos con actividad nematófaga, agujas de cobre, manejo nutricional, desparasitación selectiva bajo el uso del método FAMACHA, así mismo, el uso de plantas con propiedades antihelmínticas se ha convertido en una de las alternativas de mayor interés en los últimos años (Torres y Higuera, 2021).

Uso de extractos de hojas de *Azadirachta indica* en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos

Diferentes estudios informan el efecto antiparasitario de las hojas del *A. indica* (Cruz *et al.*, 2017), con resultados variables, esto podría deberse a diferentes razones como el tipo de extracto, método de recolección del material utilizado, así como el estado fenológico de la planta, que podría modificar el tipo y concentración de compuesto activo (Moya y Escudero, 2015); por su parte Cruz *et al.* (2017), demuestran una reducción importante en la excreción de huevos de nematodos gastrointestinales tras la administración de 0.8 g/kg de extracto acuoso de hojas de *A. indica*.

No obstante, en un estudio realizado por Sakti *et al.* (2018), sobre la infusión acuosa foliar de *A. indica* a dosis de 6% y 8% mostraron actividades antihelmínticas *in vitro* e *in vivo* contra *H. contortus* al reducir la eclosión del huevo, la motilidad del gusano adulto y el recuento de heces de huevo por gramo después de 6 semanas de tratamiento prueba *in vivo*. Se demostró que la infusión de *A. indica* es totalmente potencial como bioantihelmíntico contra *H. contortus*.

Además, en un estudio realizado por Rafique *et al.* (2022), se probó la eficacia de extractos de hojas secas acuosos, metanólicos y etanólicos de las plantas medicinales *Moringa oleifera* y *Azadirachta indica* para actividades ovicidas y larvicidas *in vitro* contra *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Coccidia* y *Trichostrongylus*; nematodos adquiridos naturalmente aislados de ovejas salvajes (*Ovis orientalis orientalis*). Los hallazgos generales de este estudio demuestran que los extractos de hojas de *Moringa oleifera* y *Azadirachta indica* poseen una eficacia antihelmíntica significativa contra los NGI de las ovejas y podrían ser una alternativa natural a los antihelmínticos sintéticos para tratar las infecciones por gusanos en los animales.

En otro estudio, desarrollado por Rehman *et al.* (2023), evaluaron la composición fitoquímica, la actividad ovicida y adulticida *in vitro* de los extractos metanólicos y de acetato de etilo de *Azadirachta indica*. Los resultados indicaron que estos extractos mostraron efecto sobre la eclosión de huevos y la motilidad larvaria, mostrando el extracto de acetato de etilo efecto más rápido sobre la muerte de gusanos adultos y en dosis más bajas que el extracto metanólico, y en cuanto a la

prevención de la incubación de huevos el extracto metanólico presentó mayor eficacia que el extracto de acetato de etilo. Esta investigación demuestra que el disolvente de extracción afecta en gran medida a la composición fitoquímica y actividades antihelmínticas de *A. indica* y esto es efectivo para controlar los helmintos.

Mecanismos de acción de los extractos

Se ha identificado que el modo de acción de los compuestos bioactivos del *A. indica*, afectan a los parásitos principalmente de cuatro maneras: reducen la capacidad de alimentación de los parásitos, regulan el crecimiento del parásito, esterilizan e inhiben la acción motriz debido a la inhibición de la síntesis de quitina (Szwako *et al.*, 2017). Los compuestos bioactivos del *A. indica* son de fácil degradación por lo que no dejan residuos tóxicos y no hay acumulación de éstos en la cadena alimenticia tampoco en el suelo u otras plantas (Szwako *et al.*, 2017).

Ventajas y desventajas del uso de los extractos

El uso de los extractos tiene ciertos beneficios sobre los tratamientos veterinarios contemporáneos, incluida la asequibilidad, la falta de efectos adversos y la fácil accesibilidad. Los extractos y brebajes de la planta se pueden probar tanto *in vitro* como *in vivo* por su potencial antihelmíntico (Ahmed *et al.*, 2023). Permiten el consumo de carne o leche durante el tratamiento, además, pueden ser utilizados en hatos y rebaños con presencia de resistencia a los compuestos químicos que normalmente se utilizan (Munguía *et al.*, 2013). Presentan eficacias contra especies resistentes a los fármacos antihelmínticos sintéticos, el riesgo limitado o nulo de desarrollo de resistencia y el procedimiento respetuoso con el medio ambiente (Lalthanpuii y Lalchhandama, 2020). Sin embargo, Castagna *et al.* (2020) plantean como inconveniente, la inconsistencia entre los estudios *in vitro* e *in vivo* sobre el uso de la planta como antihelmíntico, lo que plantea dudas sobre su validez y fiabilidad. Otros inconvenientes incluyen incertidumbre sobre la eficacia de la planta, respuestas no específicas, preparaciones irreproducibles y posibles consecuencias negativas (Ahmed *et al.*, 2023).

Comparación con otros métodos de control

Kumar *et al.* (2019), refiriéndose a la diferencia entre el método de fármacos sintéticos y el uso de plantas con actividad antihelmíntica, para el control de los parásitos gastrointestinales, plantean que los antihelmínticos sintéticos son caros, mientras que los antihelmínticos a base de plantas son menos costosos; tales fármacos causan problemas de residuos de drogas mientras que los antihelmínticos a base de plantas están libres de residuos de drogas; además existe la posibilidad de resistencia a los medicamentos después del uso prolongado de los antihelmínticos sintéticos mientras que los antihelmínticos a base de plantas tienen menos posibilidades de resistencia a los medicamentos; las drogas sintéticas no están disponibles en las zonas rurales, mientras que los antihelmínticos a base de plantas están fácilmente disponible y no causan contaminación ambiental, son ecológicos y promueven la biodiversidad.

Limitaciones y perspectivas futuras

Una de las principales limitaciones que enfrenta el uso de los extractos de acuerdo a Guerrero, (2018), es que las concentraciones de las sustancias bioactivas utilizados *in vitro* no siempre corresponden a la biodisponibilidad en el animal vivo, además, se debe considerar que algunos de los compuestos activos pueden tener efectos negativos, razón por la cual es necesario validar los efectos antiparasitarios en relación a su potencial efecto anti-nutricional y otros efectos secundarios; sin embargo, Kumar *et al.* (2019), consideran la recolección, preparación y administración de los ingredientes, lo cual lleva mucho tiempo. Por otra parte, en cuanto a las perspectivas futuras es necesario que los extractos cumplan con los requisitos de un agente antihelmíntico ideal, como plantea Ahmed *et al.* (2023) que deben tener un amplio espectro de acción, una alta tasa de tratamiento con una dosis terapéutica única, baja toxicidad para el huésped y rentabilidad. Otras perspectivas es la necesidad de establecer y aplicar una política de Marco para la regulación y normalización (Kumar *et al.*, 2019), e inducir la comercialización de los extractos, teniendo en cuenta que el 80% de la población de los países en desarrollo depende sobre la medicina herbaria por lo que el marketing es demasiado bueno (Kumar *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

Los extractos de hojas del árbol del *A. indica* (*Azadirachta indica* A. Juss) constituyen una fuente alternativa ecológica a evaluar como tratamiento clínico para el control de nematodos gastrointestinales en ovinos por su efecto antihelmíntico y ayudan a promover la biodiversidad. En comparación con los antihelmínticos químicos muestran menor posibilidad de desarrollar resistencia y demuestran que son seguros, económicos y fáciles, disponible en los alrededores y serán útiles para agricultores o ganaderos. Los extractos de esta planta podrían integrarse en un programa de métodos de control integrado diseñado para lograr un control parasitario sostenible en los sistemas de producción ovina y además emplearse en estudios contra los parásitos del filo platelminto, de mayor prevalencia epidemiológica.

AGRADECIMIENTOS

Este resultado forma parte del Proyecto Territorial e Internacional: FSPI Agrecocaribe: Utilización de Microorganismos Autóctonos Benéficos y Productos Naturales en Sistemas Agropecuarios. Se agradece a todas las personas que de una forma u otra colaboraron en este resultado.

REFERENCIAS

Abbas, R.Z., Zaman, M.A., Sindhu, Z.U.D., & Sharif, M. (2020). Anthelmintic effects and toxicity analysis of herbal dewormer against the infection of *Haemonchus contortus* and *Fasciola*

hepatica in goat. *Pakistan Veterinary Journal*, 40, 455-460. http://pvj.com.pk/pdf-files/40_4/455-460.pdf

- Adoho, A. C. C., Konmy, B. B. S., Olounladé, P. A., Azando, E. V. B., & Hounzangbé-Adoté, M. S. (2022). Phytochemistry and larval toxicity of *Ipomea asarifolia*, *Commelina diffusa*, *Acalypha ciliata* and *Eleusine indica* against *Artemia salina*. *International Journal of Veterinary Science*, 11, 121-128. <http://www.ijvets.com/pdf-files/Volume-11-no-2-2022/121-128.pdf>
- Aguilar, C. A., Torres, A. F., Cámara, S. R., Sandoval, C. C., & Ortega, A. (2013). *Dietary supplementation for gastrointestinal nematode control in grazing sheep in México*. La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México, XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C. pp, 249-56. <https://www.researchgate.net/publication/267811491>
- Ahmed, H., Gunyakti, K. S., Celik, F., Kaya, K. H. Simsek, S., Shafique, A. K., Sohail, A. M., Farrakh, S., Safdar, W., Pervaiz, F., Liaqat, S., Zhang, J., & Cao, J. (2023). An Inventory of Anthelmintic Plants across the Globe. *Journals Pathogens*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/pathogens12010131>
- Alzahrani, F., Al-Shaebi, E. M., Dkhil, M. A., & Al-Quraishy, S. (2016). *In vivo* anti-Eimeria and *in vitro* anthelmintic activity of *Ziziphus spina-christi* leaf extracts fares. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(2), 409-413. [http://www.zsp.com.pk/pdf48/409-413%20\(14\)%20QPJZ-0309-2015%2022-1-16%20Corrected%20Proof%20Jan%2021.pdf](http://www.zsp.com.pk/pdf48/409-413%20(14)%20QPJZ-0309-2015%2022-1-16%20Corrected%20Proof%20Jan%2021.pdf)
- Alzohairy, M. A. (2016). Therapeutics Role of *Azadirachta indica* (Neem) and Their Active Constituents in Diseases Prevention and Treatment. *Evid. Based Complement. Altern. Med.* 2016, 7382506. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Azam, F., Munier, S., Batool, M, Ahmad, B., & Abbas, G. (2019). A review on advancements in ethnomedicine and phytochemistry of *Tribulus terrestris*; a plant with multiple health benefits. *International Journal of Biosciences*, 14, 21-37. [DOI: 10.12692/ijb/14.1.21-37](https://doi.org/10.12692/ijb/14.1.21-37)
- Bendigeri, S., Das, G., Shrman, K., Kumar, S., Khare, R. K., Sachan, S., & Saiyam, R. (2019). Phytochemical analysis of *Saraca asoca* bark and *Azadirachta indica* seeds. *International Journal of Chemical Studies*, 7(4), 126-131. <https://www.researchgate.net/publication/334230961>
- Biswas, K., Chattopadhyay, I., Banerjee, R. K., & Bandyopadhyay, U. (2022). Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). *Curr. Sci.*, 82, 1336-1345. <https://www.jstor.org/stable/24106000>
- Braga, T. M., Rocha, L., Chung, T. Y., Oliveira, R. F., Pinho, C., & Oliveira, A. I. (2020). Biological Activities of Gedunin-A Limonoid from the *Meliaceae* Family. *Molecules*, 25(3). <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/3/493>

- Camacho, R. J.C., Utrera, Q. F., Hernández, H. J. E., Aguirre, E. G.G., Becerra, P. F., Fernández, M. E. C., Zambrano, G. M. Á., & Pérez, R. A. (2021). Prevalencia de parasitosis gastrointestinales en dos épocas del año, en ovinos de pelo procedentes del sureste mexicano. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(4), 4898-4907. ISSN: 2595-573X. <https://www.researchgate.net/publication/357593485>
- Castagna, F., Britti, D., Oliverio, M., Bosco, A., Bonacci, S., Iriti, G., Ragusa, M., Musolino, V., Rinaldi, L., & Palma, E. (2020). *In vitro* anthelmintic efficacy of aqueous pomegranate (*Punica granatum* L.) extracts against gastrointestinal nematodes of sheep. *Pathogens*, 9, 1063. <https://www.mdpi.com/2076-0817/9/12/1063>
- Chaguthi P., Mittal A., Singh S., & Baghel D. S. (2018). An overview on therapeutic potential of *Azadirachta indica*. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*. https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=An+overview+on+therapeutic+potential+of+Azadirachta+indica.+&btnG=
- Charlier, J. Rinaldi, L. Musella, V. Ploeger, H. W., Chartier, C. Vineer, H. R., Hinney, B., von Samson-Himmelstjerna, G., Băcescu, B. Mickiewicz, M., Mateus, T. L., Martinez-Valladares, M., Quealy, S., Azaizeh, H., Sekovska, B., Akkari, H., Petkevicius, S., Hektoen, L., Höglund, J., Morgan, E. R., Bartley, D. J., & Claerebout, E. (2020). Initial assessment of the economic burden of major parasitic helminth infections to the ruminant livestock industry in Europe. *Prev. Vet. Med.*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105103>
- Chica, V. (2018). Efecto antibacteriano del extracto de hojas de Neem sobre cepas de *Streptococcus mutans* estudio *in vitro*. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina Odontología. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14563>
- Chinchilla, C. M., Valerio, C. I., Gutiérrez, E. G. A., Soto, F. S., Vanegas, P. J. C., Salom, P. R., & Arroyo, A. S. (2020). Intestinal parasites found in faecal samples of wild cats of Costa Rica. *International Journal of Veterinary Science*, 9, 153-156. www.ijvets.com
- Craig, T. M. (2018). Gastrointestinal nematodes, diagnosis and control. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.*, 34(1), 185-199. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.10.008>
- Cruz, C. A., Hortúa, L. L. C., Moreno, F. G., & González, P. A. C. (2017). Evaluación del Efecto de *Azadirachta indica* y *Thymus vulgaris* sobre el recuento de huevos de helmintos y coccidias en corderos. *REDVET*, 18(9), 1-13. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009041.pdf>
- Dey, A. R., Begum, N., & Alim, A. (2020). Gastrointestinal nematodes in goats in Bangladesh: a large-scale epidemiological study on the prevalence and risk factors. *Parasite Epidemiol Control*, 9, e00146. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2020.e00146>
- Elseadawy, R. M., Alaraby, M. A., & Abbas, I. E. (2018). Prevalence of *Trichostrongyle* eggs infecting sheep and goats in Dakahlia Governorate, Egypt. *J. Egypt. Soc. Parasitol.*, 14(2), 121-136. https://journals.ekb.eg/article_35969.html

- Guerrero, G. M. G. (2018). *Efecto de un antiparasitario herbolarario para el control de los parasitos gastrointestinales en ovinos en pastoreo*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía y veterinaria. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/5866>
- Gupta, S. C., Prasad, S., Tyagi, A. K., Kunnumakkara, A. B., & Aggarwal, B. B. (2017). Neem (*Azadirachta indica*): An Indian Traditional Panacea with Modern Molecular Basis. *Phytomedicine*, 34, 14-20. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2017.07.001>
- Hassan, N. M. F., Sedky, D., Abd El-Aziz, T. H., Shalaby, H. A., & Abou-Zeina, H. A. A. (2020). Anthelmintic potency and curative effect of pomegranate peels ethanolic extract against *H. contortus* infection in goats. *International Journal of Veterinary Science*, 9, 210-216. www.cabi.org/vetmedresource/abstract/20203295735
- Kumar, N. R., Raj, P., Anjana, K., Archana., & Mandal, K.G. (2019). Medicinal plants and its activity against helminth: A review. *J Pharmacogn Phytochem*, 8(5), 2348-2355. <https://www.phytojournal.com/archives/2019/vol8issue5/PartAQ/8-3-623-719.pdf>
- Lalthanpuui, P. B., & Lalchandama, K. (2020). Chemical composition and broad-spectrum anthelmintic activity of a cultivar of toothache plant, *Acmella oleracea*, from Mizoram, India. *Pharm. Biol.*, 58, 393-399. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13880209.2020.1760316>
- López, O. S., Chaparro, G. J. J., & Gómez, O. L. M. (2020). Overview of Poultry, Eimeria, life cycle and host-parasite interactions. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 384. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2020.00384/full>
- López, R. O. A., González, G. R., Osorio, A. M. M., & Aranda, I. E. (2013). Cargas y especies prevalentes de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo destinados al abasto. *Rev. Mex. de Cienc. Pecuarias*, 4(2), 223-234. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200711242013000200008&script=sci_arttext
- Majeed, Y., Shaukat, M. B., Abbasi, K. Y., & Ahmad, M. A. (2021). Indigenous plants of Pakistan for the treatment of diabetes: A review. *Agrobiological Records*, 4, 44-63. <https://agrobiologicalrecords.com/articles/2-2-Vol-4-44-63-2021-ABR-20-1141.pdf>
- Marina, R. W., & D. Scott, M. (2022). *The Antimicrobial Potential of the Neem Tree Azadirachta indica*. Department of Microbiology and Immunology, Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda, MD, United States. *Front. Pharmacol.*, 30 May. Sec. Ethnopharmacology. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2022.891535/full#:~>
- Moya, M. A., & Escudero, V. G. (2015). Las plantas medicinales en el control de nemátodos gastrointestinales en cabras: potencial de las plantas que crecen en la región de Coquimbo, Chile. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 17, 480-494. <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/dGNFMW4GDdbJXKV3XJM6ZdrC/abstract/?lang=es>

- Munguía, X. J. A., Valenzuela, M. W., Leyva, C. J. C., Morales, P. M. I., & Figueroa, C. J. A. (2013). Potencial del orégano como alternativa natural para controlar *Haemonchus contortus* en ovinos de pelo. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 9(1), 150-154. <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/222/157>
- Nagini, S., Nivetha, R., Palrasu, M., & Mishra, R. (2021). Nimbolide, a Neem Limonoid, Is a Promising Candidate for the Anticancer Drug Arsenal. *J. Med. Chem.*, 64(7), 3560-3577. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.0c02239>
- Oli, B. & Gautam, T. D. (2022). Medicinal value of *Azadirachta indica*: A review. *Modern Phytomorphology*, 15, 161-167. <https://www.researchgate.net/profile/Deepak-Tutunga/publication/358667107>
- Quraishi, H. A., Islam, N., Iqbal, A., Bhat, S. A., Ahmed, J., Ashraf, S. S., & Khan, Q. A. (2018). Therapeutical and medicinal properties of Neem (*Azadirachta indica*) in context of Unani system of medicine: A review study. *J Drug Deliv Ther* 8, 394-399. <https://jddtonline.info/index.php/jddt/article/view/2141>
- Rafique, A., Mahmood, M. S., Abbas, R. Z., Ali, S., Mian, A., & Rizwan, A. (2022). Anthelmintic activity of *Moringa oleifera* and *Azadirachta indica* against gastrointestinal nematodes of wild sheep. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 73(2), 3989-3996. DOI: [10.12681/jhvms.25876](https://doi.org/10.12681/jhvms.25876)
- Ragab, E., Badr, H., abuElkheir, A., & Elenbaawy, M. I. (2020). The effectiveness of methanolic extracts of five plants on different Salmonella isolates. *International Journal of Veterinary Science*, 9, 379-384. DOI: [10.37422/IJVS/20.041](https://doi.org/10.37422/IJVS/20.041)
- Rahmani, A. H., Almatroudi, A., Alrumaihi, F., & Khan, A. (2018). Pharmacological and Therapeutic Potential of Neem (*Azadirachta indica*). *Pharmacognosy Reviews*, 12(24). <https://phcogrev.com/article/2018/12/24/104103phrevphrev818#:~:text=Moreover%2C%20neem%20and%20its%20ingredient%20might%20be%20a,and%20its%20ingredients%20through%20modulation%20of%20biological%20activities.>
- Rehman, T. U., El-Mansi, A. A., Alhag, S. K., Al-Shuraym, L. A., Saeed, Z., Arif, M., Rashid, M., Bhutta, Z. A., & Zaman, M. A., (2023). Antiparasitic activity of methanolic and ethyl acetate extracts of *Azadirachta indica* against *Haemonchus contortus*. 43(1), 199-203. <http://dx.doi.org/10.29261/pakvetj/2023.014>
- Reyes, G. D. E., Olmedo, J. A., & Mendoza- de Gives. P. (2022). Control y prevención de nematodosis en pequeños rumiantes: antecedentes, retos y perspectivas en México. *Rev. mex. de cienc. Pecuarias*, 12. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5840>
- Sakti, A. A., Kustantinah., & Nurcahyo, R. W. (2018). *In Vitro* and *in Vivo* Anthelmintic Activities of Aqueous Leaf Infusion of *Azadirachta indica* against *Haemonchus contortus*. *Tropical Animal Science Journal*, 41(3), 185-190. DOI: <https://doi.org/10.5398/tasj.2018.41.3.185>

- Saleem, S., Muhammad, G., Hussain, M. A., & Bukhari, S. N. A. (2018). A Comprehensive Review of Phytochemical Profile, Bioactives for Pharmaceuticals, and Pharmacological Attributes of *Azadirachta indica*. *Phytother. Res.* 32 (7), 1241–1272. <https://doi.org/10.1002/ptr.6076>
- Scott, J. R. (2017). Influence of an internal Parasite Control on Cattle Grazing Behavior and Production. Theses, Dissertations and Student Research in Agronomy and Horticulture. 133. <https://digitalcommons.unl.edu/agronhortdiss/133/>
- Sharma, D. K., Paul, S., & Gururaj, K. (2020). Gastrointestinal Helminthic Challenges in Sheep and Goats in Afro-Asian Region: A Review. *J Anim Res.*, 10(1), 1-18. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:jar&volume=10&issue=1&article=001>
- Sobhy, H., AboElnaga, T. R., Behour, T. S., & Razin, E. A. (2021). *In vitro* trypanocidal activity of essential oils of some plants against *Trypanosoma evansi*. *International Journal of Veterinary Science*, 10,191-195. [doi:10.47278/journal.ijvs/2021.043](https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2021.043)
- Souza, A. M., Pereira, C. E., de Paula, E. M., de Freiras, R. M., & Kikuti, A. L. (2016). Bioatividade de extratos vegetais de nim, jambu e pimenta de macaco sobre sementes de alface. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 30, 43-50. http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/kSgPfUUU6OMP7Jt_2018-1-25-14-23-3.pdf
- Szwako, A., Delgado, S., Romero, P., Tomassi, M., & Flecha, R. (2017). Neem (*Azadirachta indica*) and ivermectin 1% comparative effect on gastrointestinal parasitary infestation in cattle. *Compend. cienc. Vet.*, 7(1), 25-28. [\(1\) \(PDF\) NEEM \(Azadirachta indica\) AND IVERMECTIN 1% COMPARATIVE EFFECT ON GASTROINTESTINAL PARASITARY INFESTATION IN CATTLE \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/316111111-1-PDF-NEEM-Azadirachta-indica-AND-IVERMECTIN-1-COMPARATIVE-EFFECT-ON-GASTROINTESTINAL-PARASITARY-INFESTATION-IN-CATTLE)
- Tinghui, X., Wegener, M., O'Shea, M., & Deling, M. (2001). World Distribution and Trade in Neem Products with Reference to their Potential in China. Neem Foundation, Pág 3- 8. AgEcon Search <http://ageconsearch.umn.edu/aesearch@umn.edu>
- Torres, F. R. A., & Higuera, P. R. I. (2021). *In vivo* anthelmintic activity of terpenes and essential oils in small ruminant. *Journal MVZ Cordoba*, 26(3), e2317. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2317>
- Uzzaman, S. (2020). Pharmacological activities of neem (*Azadirachta indica*): A review. *Int J Pharmacogn Life Sci.*, 1, 38-41. <https://www.pharmacognosyjournal.com/article/8/1-1-16-389.pdf>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: NCH, JSR, JQG; análisis e interpretación de los datos: NCH, JSR, JQG; redacción del artículo: NCH, JSR, JQG.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.