



Efecto acaricida de hojas de piñón (*Jatropha curcas*) en el control ecológico de garrapatas en bovinos

Acaricidal effect of pine nut leaves (*Jatropha curcas*) in the ecological control of ticks in cattle

Bravo-Guerrero, Betty Jeritza¹

Bravo-Bermeo, Gema Raquel¹

Bravo-Loor, Johnny Daniel²

Marcillo-Alcívar, Yadira Jahaira²

Cueva-Navia, Tommy Francisco^{2*}

¹Investigadores Independientes

²Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Bolívar, Ecuador

Recibido: 12 Abr. 2024 | Aceptado: 17 Jun. 2024 | Publicado: 10 Jul. 2024

Autor de correspondencia*: tommy.cueva@espam.edu.ec

Cómo citar este artículo: Bravo-Guerrero, B. J., Bravo-Bermeo, G. R., Bravo-Loor, J. D., Marcillo-Alcívar, A. M., & Cueva-Navia, T. F. (2024). Efecto acaricida de hojas de piñón (*Jatropha curcas*) en el control ecológico de garrapatas en bovinos. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 4(2), e759. <https://doi.org/10.51252/revza.v4i2.759>

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto acaricida del extracto acuoso de hojas de piñón mediante ensayos in vitro. Se utilizó una prueba de inmersión en cajas Petri con una población de 320 garrapatas adultas. Los tratamientos incluyeron un control positivo con Amitraz al 20.8% (T0) y tres concentraciones de extractos de *Jatropha curcas* (T1 al 4.1%, T2 al 4.24% y T3 al 4.3%), cada uno con cuatro repeticiones evaluadas a las 24, 48, 72 y 96 horas. Además, se caracterizó el extracto midiendo pH, densidad, índice de refracción y acidez. Se empleó un diseño completamente aleatorizado con prueba de Tukey al 5% y el test de Kruskal-Wallis para el análisis estadístico. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$), en el pH destacando T2 con un nivel de 6.60 ± 0.29 , mientras que las demás variables no presentaron diferencias significativas. El T2 presentó la mayor mortalidad (20.00 ± 0.00) a las 96 horas, siendo significativamente más efectivo que los demás tratamientos. En contraste, T0 y T1 mostraron mayores tasas de supervivencia (1.75 ± 0.50 y 2.25 ± 0.50 , respectivamente). Estos resultados sugieren que el extracto de hojas de piñón es una prometedora alternativa ecológica para controlar garrapatas en bovinos.

Palabras clave: ectoparásito; fitoquímicos; semovientes; ultrasonido

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the acaricidal effect of the aqueous extract of pine nut leaves through in vitro tests. An immersion test was used in Petri dishes with a population of 320 adult ticks. The treatments included a positive control with Amitraz at 20.8% (T0) and three concentrations of *Jatropha curcas* extracts (T1 at 4.1%, T2 at 4.24% and T3 at 4.3%), each with four repetitions evaluated at 24, 48, 72 and 96 hours. In addition, the extract was characterized by measuring pH, density, refractive index and acidity. A completely randomized design was used with a 5% Tukey test and the Kruskal-Wallis test for statistical analysis. The results showed significant differences ($p < 0.05$), in pH, highlighting T2 with a level of 6.60 ± 0.29 , while the other variables did not present significant differences. T2 presented the highest mortality (20.00 ± 0.00) at 96 hours, being significantly more effective than the other treatments. In contrast, T0 and T1 showed higher survival rates (1.75 ± 0.50 and 2.25 ± 0.50 , respectively). These results suggest that pine nut leaf extract is a promising ecological alternative to control ticks in cattle.

Keywords: phytochemicals; ultrasound extraction; ectoparasite; livestock



1. INTRODUCCIÓN

Las garrapatas representan uno de los mayores problemas sanitarios en la ganadería a nivel mundial (1). En particular, la especie *Boophilus microplus*, conocida como la garrapata común del ganado, ha causado pérdidas económicas significativas en la producción ganadera debido a su capacidad vectorial y su capacidad de transmitir patógenos (2,3). Además, estas garrapatas representan un riesgo para la salud pública, ya que pueden transmitir bacterias, rickettsias, virus y protozoarios a humanos (4).

El uso excesivo de acaricidas químicos ha provocado resistencia en las garrapatas y generados problemas ambientales, incluida la contaminación del suelo y el agua. Además, estos productos químicos presentan inconvenientes como la generación de residuos, contaminación y costos elevados, lo que resalta la necesidad de buscar enfoques alternativos. Por lo tanto, se ha explorado el uso de compuestos naturales, como los extractos de plantas y alternativas ecológicas sostenibles para el control de garrapatas en el ganado bovino (3,5,6).

Pabón y Hernández (7) destacan que *Jatropha curcas* se ha reconocido como una planta prometedora en el control de plagas debido a sus principios activos, los cuales se extraen de diversas partes de la planta. Igualmente, Idrees et al. (8) mencionan la eficacia y capacidad de la planta para combatir hongos, parásitos y otros organismos, debido a que contiene una variedad de compuestos bioactivos fitoquímicos, tales como taninos, fitoesteroles, glucósidos, compuestos fenólicos, flavonoides, sapogeninas y esteroides.

El *Jatropha curcas* es un arbusto que se encuentra ampliamente distribuido en diversas regiones de Ecuador y ha sido utilizado tradicionalmente para diversos fines, como cercas vivas de potreros (9). Sin embargo, sus propiedades acaricidas potenciales en la medicina veterinaria no han sido ampliamente estudiadas en el contexto local. De acuerdo con los antecedentes encontrados, existe poca evidencia del uso de hojas de *Jatropha curcas* para el control de parásitos externos, por ello el objetivo del estudio es evaluar el efecto acaricida del extracto de hojas de *Jatropha curcas* en el control de garrapatas del ganado bovino, con la finalidad de encontrar una alternativa ecológica y sustentable.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se ejecutó en los predios la carrera de Medicina Veterinaria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), ubicadas en el sitio limón Campus Politécnico a 000 49'23" de latitud sur 800 11'01" de longitud oeste, a una altura de 15msnm.

La investigación es de tipo experimental, donde se utilizó 320 garrapatas en fase adulta del género *Rhipicephalus microplus* como unidad experimental dividida 20 garrapatas por 16 cajas Petri.

2.1. Recolección, deshidratación, obtención y caracterización del extracto de las hojas

Se recolectaron 4 kg de hojas de *Jatropha curcas* en perfectas condiciones, que fueron deshidratadas en sombra durante tres semanas. Posteriormente, se trituró el material vegetal y se separó en distintas fracciones utilizando un molino industrial y tamiz, lo que resultó en una reducción total de 5 libras de la muestra. El producto de la molienda y tamizado de las hojas secas se diluyó con agua destilada en diferentes proporciones: 5:100, 7:100 y 9:100. La elección de la proporción 7:100 se basó en estudios previos (Tello et al., 2014), mientras que las proporciones 5:100 y 9:100 se establecieron de manera aleatoria. Este proceso se llevó a cabo durante 30 minutos para cada extracción, utilizando un equipo de ultrasonido.

Una vez obtenido el extracto acuoso de las hojas se filtró en un vaso de precipitación de 1000 mL con papel filtro, después se emulsionó empleando un agitador magnético HOT & STIRRER® y bala de teflón, a 3500 revoluciones por minuto (RPM) y agregando paulatinamente goma arábiga EMPROVE® al 1.6% para cada uno de los tratamientos.

La caracterización del extracto de las hojas se realizó mediante varios análisis. Para determinar el pH, se utilizó un medidor electrométrico de pH marca DAKTON PH510®, siguiendo el método potenciométrico con una celda electroquímica (NTE INEN 1087). La densidad se determinó mediante el método de picnometría, que compara el peso de los picnómetros vacíos, llenos de agua y llenos con la muestra (10). El índice de refracción se midió utilizando un refractómetro marca ATÁGO®, siguiendo el procedimiento descrito por Vizoso Gutiérrez (11).

El porcentaje de ácido oleico se determinó mediante un método volumétrico, utilizando una solución estandarizada de hidróxido de sodio y fenoltaleína como indicador de reacción ácido-base, basado en las directrices de la INEN (2013). Finalmente, la concentración de fenoles se determinó mediante espectrofotometría UV-visible con un espectrofotómetro THERMO-SCIENTE 20D®, utilizando el método de Folin-Ciocalteu y ácido gálico como material de referencia (12).

2.2. Identificación y recolección de garrapatas en fase adulta en bovinos infestados

Se identificaron bovinos infestados de garrapatas en fase adulta procedentes del hatillo bovino de la ESPAM-MFL. Una vez inmovilizados en la manga o embudo del establo, se procedió a extraer los ectoparásitos de forma manual, con el uso de guantes y con medidas preventivas para evitar daños en las estructuras de las garrapatas, la totalidad de los especímenes fueron de 320 garrapatas que fueron colocadas en un recipiente de vidrio adecuado para su traslado en un lapso de cinco minutos hasta el Laboratorio de Química, ubicado en la Carrera de Medicina Veterinaria de la ESPAM-MFL.

2.3 Prueba in vitro

Las concentraciones de 4.1, 4.24 y 4.3 % de los extractos de hojas de piñón fueron aplicados en 16 cajas petri constituidas por 20 garrapatas como unidad experimental, donde se formaron grupos homogéneos por tratamientos y repeticiones. Además, se llevó a cabo la realización de la Prueba de Inmersión de Adultos (AIT), conocida en inglés como el "*Adult Immersion Test*" (AIT), según lo descrito por Lopera et al (13). Este procedimiento consiste en sumergir grupos de garrapatas en cada uno de los tratamientos mencionados a los que se depositó 3 ml de la dilución de los extractos, durante un período de 10 minutos. Posteriormente, las soluciones con las garrapatas fueron suavemente agitadas y después de la inmersión, las garrapatas fueron retiradas, secadas con papel absorbente y devueltas a sus respectivas cajas de Petri. Estas cajas, cubiertas previamente para evitar la fuga de los individuos, fueron rotuladas y colocadas en una incubadora a una temperatura de 28 a 30°C y humedad relativa de 72 a 80%.

La lectura de mortalidad y sobrevivencia de las garrapatas se realizó a los 24, 48, 72 y 96 h. Se consideraron como garrapatas muertas, aquellas que presentaron ausencia de movimientos en sus extremidades y una tonalidad diferente. Se llevó a cabo observaciones periódicas y se realizaron seguimiento de los datos; hasta el punto de poder calcular la eficacia de los extractos naturales en la supervivencia y mortalidad de las garrapatas (14).

2.4 Diseño experimental y análisis estadístico

Se evaluaron diversas variables relacionadas con la caracterización de los parámetros fisicoquímicos de los extractos de *Jatropha curcas*, incluyendo pH, densidad, índice de refracción, acidez y concentración de fenoles totales. Paralelamente, se llevó a cabo un seguimiento de la mortalidad y supervivencia de las garrapatas durante un período de 24, 48, 72 y 96 horas. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes: T0 (Testigo): Amitraz al 20.8%; T1: Extracto de las hojas de *Jatropha curcas* (piñón) al 4.1% de concentración; T2: 4.24% y T3: 4.3%.

Para esta investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un total de los 4 tratamientos, con cuatro repeticiones, el modelo matemático es el siguiente: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$

Los datos se registraron en el software Microsoft Excel (2016), el análisis estadístico se realizó en el paquete InfoStat 2020, se efectuó los supuestos de ANOVA (normalidad y homogeneidad de varianza); para

las variables con normalidad se utilizó un DCA con prueba de Tukey al 5% de probabilidad y para las variables que no cumplen con los supuestos se utilizó el test de Kruskal-Wallis y se separó las medianas por pares, se presentaron las tablas con promedio y desviación estándar.

3. RESULTADOS

3.1 Niveles de concentración de fenoles del extracto de *Jatropha curcas*

Después de ajustar linealmente las concentraciones de fenoles totales en el extracto de hojas de *Jatropha curcas* mediante el método de mínimos cuadrados para cada muestra, se obtuvo la ecuación: $y=0,2478x-0,1694$, con un coeficiente de determinación $R^2=0,9946$. El análisis de la varianza realizado con el paquete estadístico Infostat mostró que la regresión lineal es la más adecuada, con un valor $p<0,05$, lo que indica una asociación lineal entre la absorbancia y la concentración de los extractos.

En la determinación de los tres niveles de concentración para las muestras del extracto de las hojas de piñón, la curva de calibración estableció por efecto de absorbancia los siguientes: 4.1, 4.24 y 4.3% de fenoles Figura 1.

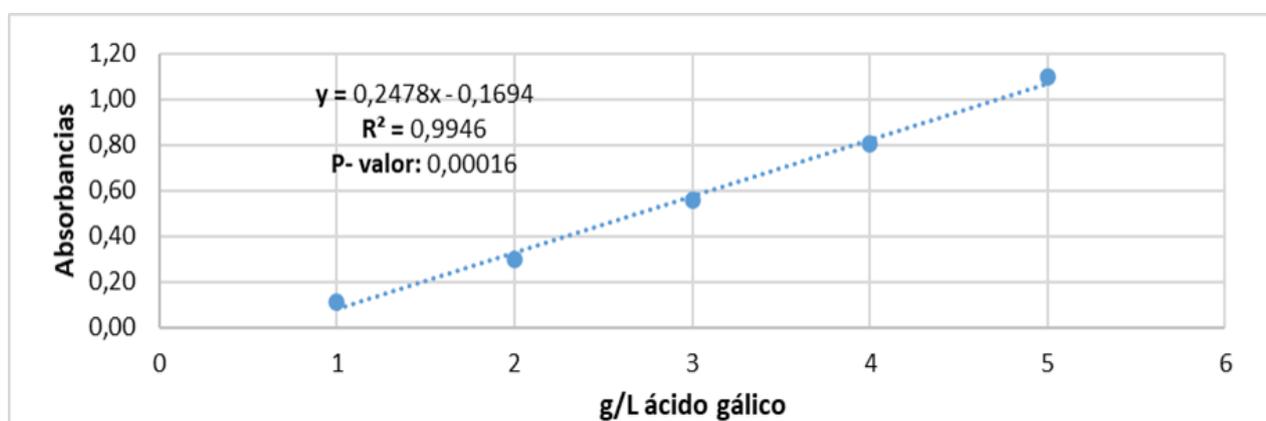


Figura 1. Curva de calibración para determinar fenoles en el extracto de *Jatropha curcas*

En el estudio de Vega-Ruiz (2021), los extractos metanólicos de hojas de *Jatropha cinerea* mostraron un contenido de fenoles totales del 8.26%. De manera similar, Khalifa et al. (15) reportaron un 9.14% en extractos etanólicos de *Jatropha curcas*. Estos niveles elevados de fenoles se atribuyen al uso de solventes orgánicos en lugar de agua para la extracción.

3.2. Caracterización de los parámetros fisicoquímicos del extracto

En la tabla 1 se muestran los resultados del análisis de las medias de los parámetros fisicoquímicos del extracto. Se observó que el pH presentó diferencias significativas entre todos los tratamientos. El tratamiento T2, con un pH de $6,60 \pm 0,29$, fue significativamente superior ($p<0,05$) al de los otros tratamientos. No se encontraron diferencias significativas en las variables de densidad, índice de refracción y acidez. Tal como lo menciona Lafargue et al. (10), las propiedades fisicoquímicas del piñón (*Jatropha curcas*) varían según la estructura de la planta. Aunque la densidad y el índice de refracción tienden a ser constantes, el pH y el índice de acidez pueden variar dependiendo de la parte de la planta utilizada y del tipo de procesamiento aplicado.

Tabla 1. Caracterización de extracto de las hojas de piñón

Tratamiento	pH	Densidad G/MI	Índice de Refracción	Acidez
T1 4.1 %	5,10 ($\pm 0,08$) B	1,02 ($\pm 0,01$)	1,33 ($\pm 0,02$)	0,87 ($\pm 0,05$)
T2 4.24%	6,60 ($\pm 0,29$) A	1,03 ($\pm 0,04$)	1,35 ($\pm 0,01$)	0,87 ($\pm 0,07$)
T3 4.3%	5,92 ($\pm 0,58$) B	1,06 ($\pm 0,04$)	1,34 ($\pm 0,01$)	0,88 ($\pm 0,03$)
P valor	0,0012	0,1923	0,2084	0,9791
E. E	1,2922	0,0098	0,0020	0,0993

Nota: Promedio con letras distintas en la columna, difieren significativamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, n.s. No significativo. P valor Diferencia significativa al 5% * Diferencia altamente significativa al 1%** E.E. Error estándar

3.3. Evaluación in vitro del extracto de las hojas de piñón en las garrapatas del ganado bovino

3.3.1 Mortalidad y supervivencia de garrapatas in vitro a las 24 horas

Los resultados de la tabla 2 indicaron que el tratamiento T2 (4.24%) destacó significativamente entre los tratamientos, demostrando una mayor efectividad acaricida in vitro a las 96 horas evaluadas, con una mortalidad media de 17,75 ($\pm 0,5$) garrapatas. En contraste, los tratamientos T0 (Amitraz) y T1 (Extracto de *J. curcas*) mostraron los mayores valores de supervivencia.

Tabla 2. Mortalidad y supervivencia de garrapatas in vitro a las 24 horas

Tratamientos	Variables			
	Mortalidad		Supervivencia	
T0 Amitraz 20.8%	12,25 ($\pm 1,26$)	C	7,75 ($\pm 1,26$)	A
T1 4.1%	13,25 ($\pm 0,96$)	B	6,75 ($\pm 0,96$)	A B
T2 4.24%	17,75 ($\pm 0,50$)	A	2,25 ($\pm 0,50$)	C
T3 4.3 %	15,25 ($\pm 0,96$)	B	4,75 ($\pm 0,96$)	B
p-valor	<0,0001		<0,0001	
E.E.	11,0000		11,0000	

Nota: Promedio con letras distintas en la columna, difieren significativamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad; n.s. No significativo. *Diferencia significativa al 5%** Diferencia altamente significativa al 1%. E.E. Error estándar

Estos resultados son similares a los reportados por Soca et al. (16), quienes observaron porcentajes de repelencia superiores al 89% para los aceites de *Jatropha curcas* a las 2, 4, 8, 16 y 24 horas. Esta alta eficacia del repelente se atribuye a los compuestos químicos presentes en el aceite.

3.3.2. Mortalidad y supervivencia de garrapatas a las 48 horas

Como se presentan en la tabla 3 las medias de mortalidad de garrapatas entre tratamientos, donde se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre todos los tratamientos. El T2 (18,75 $\pm 0,50$) mostró la mayor mortalidad, sin diferir del T3 (17,25 $\pm 0,50$). Por otro lado, el T0 (13,00 $\pm 1,63$) y T1 (15,75 $\pm 0,96$) registraron las menores mortalidades, diferenciándose estadísticamente entre sí; sin embargo, T1 no difiere del T3.

Tabla 3. Mortalidad y supervivencia de garrapatas in vitro a las 48 horas

Tratamientos	Variables			
	Mortalidad		Supervivencia	
T0 Amitraz 20.8%	13,00 ($\pm 1,63$)	C	7,00 ($\pm 1,63$)	A
T1 4.1%	15,75 ($\pm 0,96$)	B	4,25 ($\pm 0,96$)	B
T2 4.24%	18,75 ($\pm 0,50$)	A	1,25 ($\pm 0,50$)	C
T3 4.3%	17,25 ($\pm 0,50$)	A B	2,75 ($\pm 0,50$)	C B
p-valor	<0,0001		<0,0001	
E.E.	12,2500		12,2500	

Nota: Promedio con letras distintas en la columna, difieren significativamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad; n.s. No significativo. *Diferencia significativa al 5%** Diferencia altamente significativa al 1%. E.E. Error estándar.

Mientras que los resultados de supervivencia de garrapatas a las 48 horas mostraron diferencias significativas entre todos los tratamientos, el T2 ($1,25 \pm 0,50$) y T3 ($2,75 \pm 0,50$) presentaron los menores valores de supervivencia, sin diferencias entre ellos. En cambio, el T0 y T1 registraron los mayores valores de supervivencia, diferenciándose estadísticamente entre sí, aunque T1 no difirió de T3.

Un caso que ilustra lo mencionado anteriormente es el estudio de Rodríguez y Pulido (14), donde se observó un incremento progresivo en la mortalidad acumulada de garrapatas tratadas con extracto de *Morus alba* (morera) desde las 48 hasta las 96 horas post-aplicación, tanto en su forma pura como en sus diluciones. El extracto puro de morera logró una mortalidad del 73,3 % en garrapatas adultas evaluadas in vitro, superando significativamente a los demás tratamientos.

3.3.3 Mortalidad y supervivencia de garrapatas in vitro a las 72 horas

En la tabla 4 se detallan las medias de mortalidad de garrapatas entre los tratamientos, donde se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre todos ellos. El tratamiento T2 ($19,75 \pm 0,50$) mostró la mayor mortalidad, sin diferir significativamente del T3 ($18,50 \pm 0,58$). En contraste, T0 ($16,25 \pm 0,96$) y T1 ($17,50 \pm 0,58$) registraron las menores mortalidades, sin diferencias entre ellos, aunque T1 tampoco difirió de T3. Los resultados de supervivencia de garrapatas a las 72 horas mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos. El T2 ($0,25 \pm 0,50$) tuvo la menor supervivencia, sin diferir del T3. En contraste, T0 y T1 mostraron mayor supervivencia, sin diferencias entre ellos, aunque T1 ($2,50 \pm 0,58$) no difirió de T3 ($1,50 \pm 0,58$).

Tabla 4. Mortalidad y supervivencia de garrapatas in vitro a las 72 horas

Tratamientos	Variables			
	Mortalidad		Supervivencia	
T0 Amitraz 20.8%	16,25 ($\pm 0,96$)	C	3,75 ($\pm 0,96$)	A
T1 4.1%	17,50 ($\pm 0,58$)	B C	2,50 ($\pm 0,58$)	A B
T2 4.24%	19,75 ($\pm 0,50$)	A	0,25 ($\pm 0,50$)	C
T3 4.3%	18,50 ($\pm 0,58$)	A B	1,50 ($\pm 0,58$)	B C
p-valor	0,0001		0,0001	
E.E.	5,5000		5,5000	

Nota: Promedio con letras distintas en la columna, difieren significativamente según la prueba de tukey al 5% de probabilidad; n.s. No significativo. *Diferencia significativa al 5%; ** Diferencia altamente significativa al 1%. E.E. Error estándar

Estos resultados son consistentes con el estudio de Rodríguez y García (17), que demostró que el producto sintético amitraz tuvo una eficacia inferior en comparación con otros acaricidas evaluados. Amitraz mostró una mortalidad de solo el 38,5%, mucho menor que el mínimo aceptado internacionalmente, que es del 90% o más.

3.3.4 Mortalidad y supervivencia de garrapatas a las 96 horas

En la tabla 5 se presentan las medias de mortalidad de garrapatas entre los tratamientos. El T2 ($20,00 \pm 0,00$) mostró la mayor mortalidad y presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto a los otros tratamientos. Por otro lado, T0 y T1 exhibieron menor mortalidad sin diferencias entre ellos, y T0 ($18,25 \pm 0,50$) no difirió significativamente del T3 ($18,75 \pm 0,50$). Mientras que, el análisis de supervivencia de garrapatas a las 96 horas reveló diferencias significativas entre los tratamientos. El T2 ($0,00 \pm 0,00$) mostró la menor supervivencia y se diferenció significativamente ($p < 0,05$) de los demás tratamientos. En contraste, T0 ($1,75 \pm 0,50$) y T1 ($2,25 \pm 0,50$) presentaron una mayor supervivencia sin diferencias entre ellos, y T0 tampoco difirió del T3 ($1,25 \pm 0,50$).

Tabla 5. Mortalidad y supervivencia de garrapatas in vitro a las 96 horas

Tratamientos	Variables			
	Mortalidad	Supervivencia		
T0 Amitraz 20.8%	18,25 ($\pm 0,50$)	B C	1,75 ($\pm 0,50$)	AB
T1 4.1%	17,75 ($\pm 0,50$)	C	2,25 ($\pm 0,50$)	A
T2 4.24%	20,00 ($\pm 0,00$)	A	0,00 ($\pm 0,00$)	C
T3 4.3%	18,75 ($\pm 0,50$)	B	1,25 ($\pm 0,50$)	B
p-valor	0,0001		0,0001	
E.E.	2,2500		2,2500	

Nota: Promedio con letras distintas en la columna, difieren significativamente según la prueba de tukey al 5% de probabilidad; n.s. No significativo. *Diferencia significativa al 5%; ** Diferencia altamente significativa al 1%. E.E. Error estándar

Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que destacan las propiedades insecticidas y mosquicidas de los extractos de *Jatropha curcas* de Saetae & Suntornsuk (18) y los resultados de Lopera et al. (13), quienes reportaron una reducción del 90% en la postura de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) tratadas con extracto de hojas de *Jatropha*.

En investigaciones en Ecuador, como la de López (19), se observó que los tratamientos a las 96 horas post-aplicación lograron altos porcentajes de mortalidad de *Rhipicephalus microplus*. Un extracto acaricida de ruda al 100 ml/L presentó un 50% de mortalidad, mientras que a 50 ml/L alcanzó el 33.33%. Estudios similares de Sanis et al. (20) reportaron que extractos de hojas de *Jatropha curcas* inhiben la eclosión de huevos de garrapatas tratadas, posiblemente debido a compuestos como la flavona y apigenina, que reducen el nivel de ecdisteroide activo al inhibir la enzima P450.

4. CONCLUSIÓN

El extracto acuoso de hojas de *Jatropha curcas* exhibe un efecto acaricida en el control de garrapatas en el ganado bovino. Este estudio representa una contribución significativa para disminuir la dependencia de acaricidas químicos y sus efectos adversos en la salud pública y el medio ambiente.

El extracto acuoso de hojas de *Jatropha curcas* como acaricida ecológico ofrece una alternativa sostenible para controlar garrapatas. A nivel social, este método podría disminuir los riesgos asociados con la exposición a los acaricidas convencionales, promoviendo una ganadería más segura para trabajadores y comunidades cercanas. Además, fomenta el aprovechamiento de recursos locales, contribuyendo al desarrollo rural sostenible y la mitigación de problemas de salud pública vinculados a la transmisión de enfermedades zoonóticas por garrapatas.

Dado que el presente estudio se centra en pruebas in vitro, es necesario realizar investigaciones adicionales que incluyan ensayos in vivo para evaluar la eficacia y la seguridad del extracto en condiciones de campo. Asimismo, se recomienda explorar la posible combinación de extractos de *Jatropha curcas* con otros compuestos naturales para potenciar su actividad acaricida. También sería relevante investigar los efectos a largo plazo del uso de este extracto en los ecosistemas locales, así como su impacto económico en sistemas ganaderos de distintas escalas productivas. Estas investigaciones ayudarían a superar las limitaciones actuales y establecer protocolos más robustos para su aplicación.

FINANCIAMIENTO

Los autores declaran que no recibieron ningún patrocinio para llevar a cabo este estudio-artículo.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización; Curación de datos; Análisis formal; Investigación; Metodología; Validación; Redacción - borrador original; Redacción - revisión y edición: Bravo-Guerrero, B. J., Bravo-Bermeo, G. R., Bravo-Loor, J. D., Marcillo-Alcívar, A. M. y Cueva-Navia, T. F.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Polanco Echeverry DN, Ríos Osorio LA. Biological and ecological aspects of hard ticks, Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras, Aspectos biológicos e ecológicos dos carrapatos duros. 2016;17(1):81-95. Disponible en: http://hdl.handle.net/20.500.12324/33979,10.21930/rcta.vol17_num1_art:463, <http://revista.copica.org.co/index.php/revista/article/view/463>
2. Echeverría Trujillo RG, Rengifo Gonzales L, Valles Ramírez AK. Manual de producción de Piñón blanco ¡Jatropha curcas Linn! [Internet]. INIA; 2013. Disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/328>
3. Benavides E, Romero R, Villamil L. Guía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático. IICA [Internet]. 2017; Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/guia-para-el-manejo-de-garrapatas-y-adaptacion-al-cambio-climatico>
4. Ulloa-Ramones LA, Ulloa-Ramones DA. Incidencias de los tipos de garrapatas rhipicephalus microplus y amblyomma cajennense en el ganado bovino de la parroquia Huambi del Canton Sucua categorizados por sexo y edad. Polo del Conoc [Internet]. 2021;6(3). Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2419>
5. Lema Anta ED. Evaluación de la resistencia de Rhipicephalus spp. a ivermectina y factores condicionantes en bovinos en el cantón Joya de los Sachas. [Internet]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2024. Disponible en: <http://dspace.espacech.edu.ec/handle/123456789/23018>
6. Bavera M. Impacto del uso de garrapaticida en la carne y leche de bovino. IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; 2016.
7. Pabón LC, Hernández-Rodríguez P. Chemical importance of Jatropha curcas and its biological, pharmacological and industrial applications. Rev Cuba Plantas Med [Internet]. 2012;17(2):194-209. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962012000200008&script=sci_abstract
8. Idrees M, Habib S, Hussain N, Kandhro F, Lodhi N, Islam N, et al. Determinación de compuestos antimicrobianos y fitoquímicos de la planta Jatropha curcas. Rev Científica. 2021;28(5). Disponible en: <https://doi.org/10/j.sjbs.2021>
9. Cañarte Bermúdez E, Valarezo Cely O, Navarrete Cedeño JB. Estudio de la artropofauna asociada a piñón (Jatropha curcas) en Manabí, Ecuador. INIAP [Internet]. 2017;(4):58-66. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4808>
10. Lafargue-Pérez F, Díaz-Velázquez M, Barrera-Vaillant N, Rodríguez-Martínez C, Assuncao-Nascimento J. Caracterización físico-química del aceite vegetal de Jatropha curcas L. Tecnol Química [Internet]. 2012;32(2):191-6. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852012000200007
11. Vizoso Gutiérrez A. Aplicaciones del índice de refracción complejo [Internet]. Universidad de Valladolid; 2020. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/50510>
12. Gutiérrez Avella DM, Ortiz García CA, Mendoza Cisneros A. Medición de Fenoles y Actividad Antioxidante en Malezas Usadas para Alimentación Animal. Simp Metrol [Internet]. 2008;1-5. Disponible en: https://www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/memorias/m2/sm2008-m220-1108.pdf

13. Lopera Vélez JP, Hernández GL, Guzmán PA, Escobar Guerra CA. Efecto de los extractos vegetales de *Jatropha curcas* y *Annona muricata* sobre teleoginas de la garrapata común del ganado *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* bajo condiciones de laboratorio. *CES Med Vet y Zootec.* 2017;12(1):21-32. Disponible en: <https://doi.org/10.21615/cesmvz.12.1.2>
14. Rodríguez Molano CE, Pulido Suárez NJ. Eficacia de extractos vegetales sobre la garrapata adulta *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y su oviposición. *Rev Cuba Plantas Med [Internet].* 2015;20(4):375-88. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962015000400002
15. Khalifa I, Zhu W, Li K, Li C. Polifenoles de frutos de mora como compuestos multifacéticos: composiciones, metabolismo, beneficios para la salud y estabilidad: una revisión estructural. *J Funct Foods.* 2018;(40).
16. Soca-Pérez M, Rizo-Borrego A, García-Marrero DE, Arece-García J, Giuponi Cardoso P. Repellent effect of the oil from *Jatropha curcas* L. seeds on larvae of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). *Pastos y Forrajes [Internet].* 2022;45:2022. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942022000100001&script=sci_arttext&tlng=en
17. Rodríguez-Pacheco JE, Pulido-Medellín MO, Garcia-Corredor DJ. Resistencia in vitro de la garrapata *Rhipicephalus microplus* a organofosforados, piretroides y amitraz en el departamento de Boyacá, Colombia. *Rev la Fac Ciencias Vet [Internet].* 2017;58(1):17-23. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0258-65762017000100003&script=sci_abstract
18. Saetae D, Suntornsuk W. Toxic Compound, Anti-Nutritional Factors and Functional Properties of Protein Isolated from Detoxified *Jatropha curcas* Seed Cake. *Int J Mol Sci.* 28 de diciembre de 2010;12(1):66-77. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms12010066>
19. López-Sánchez LM. Bioensayo para el control de la garrapata (*Rhipicephalus microplus*) de bovino utilizando diluciones del hongo *Beauveria Bassiana*, Manta, 2021. [Internet]. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí; 2021. Disponible en: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/3328/3/ULEAM-AGRO-0082.pdf>
20. Abdul Sani AS, Rahim EA, Samion S. Tribological performance of modified *jatropha* oil containing oil-miscible ionic liquid for machining applications. *J Mech Sci Technol [Internet].* 17 de diciembre de 2017;31(12):5675-85. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s12206-017-1108-y>