

Artículo de investigación

Effect of plant extracts of *Jatropha curcas* and *Annona muricata* on engorged females of common cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* under laboratory conditions

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

Efeito de extractos de plantas de Jatropha curcas e Annona muricata em teleogines do carrapato gado comum Rhipicephalus (Boophilus) microplus sob condições de laboratório

Juan Pablo Lopera Vélez ^{1, CvLAC}, Guillermo León Hernández, ^{Msc ^{1,2}, CvLAC}; Pablo Andrés Guzmán ¹ ✉, ^{MSc, CvLAC}; Carlos Andrés Escobar Guerra ^{1, MSc, CvLAC}

Fecha correspondencia:

Recibido: 13 de julio de 2016.

Aceptado: 27 de enero de 2017.

Forma de citar:

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. Rev. CES Med. Zootec. 2017; Vol 12 (1): 21-32.

Open access

© Copyright

Creative commons

Ethics of publications

Peer review

Open Journal System

DOI: <http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.12.1.2>

ISSN 1900-9607

Comparte

**Abstract**

Rhipicephalus (B.) microplus or common cattle tick is considered the most important ectoparasite of livestock. Traditional and repetitive control of this tick through the use of conventional products has become a serious problem regarding tick's resistance. For this reason, biological control has emerged as a very promising alternative to control this tick. In the present study, an experiment was designed to assess the effect of plant extracts of *J. curcas* y *A. muricata* on Production eggs Index (IPH) and estimated reproduction (ER) of *R (B) microplus* under laboratory conditions. Each plant extract was assessed in five different concentrations (between 0.1 and 5%); a positive and negative control was used for comparison. Both plants showed biological activity, however, *A. muricata* showed significantly effect on engorged females of the cattle tick compared with *J. curcas*, even at lower concentrations (0.5, and 1 %). In conclusion, the results obtained indicate that *A. muricata*'s seed extracts are promissory to biocontrol the common cattle tick under laboratory conditions.

Keywords: *estimated reproduction (ER), Production eggs Index (IPH), Rhipicephalus (B.) microplus, vegetal extracts.*

Resumen

La garrapata común (*Rhipicephalus (B.) microplus*) del ganado es considerada el ectoparásito más importante en la ganadería. El uso repetitivo y tradicional de acaricidas comerciales se ha convertido en un serio problema en cuanto a la resistencia adquirida por esta garrapata. Por esta razón, el control biológico ha surgido como una alternativa prometedora en el control de este ectoparásito. En este estudio se evalúa el efecto de

Filiación:

¹ Docente investigador, Facultad de Ciencias y Biotecnología, Universidad CES.

² Ideas Biológicas S.A.

los extractos vegetales de dos plantas, *J. curcas* y *A. muricata*, sobre el índice de producción de huevos y la eficiencia reproductiva de *R. (B.) microplus* bajo condiciones de laboratorio. Cada extracto fue evaluado a cinco concentraciones (entre 0.1 y 5%), usando controles negativo y positivo para su comparación. Ambas plantas mostraron actividad biológica, sin embargo, *A. muricata* tuvo un efecto mayor comparado con *J. curcas*, inclusive a concentraciones bajas (0,5 y 1 %). Por el contrario, *J. curcas* mostró solo un efecto moderado en concentraciones altas (5%). En conclusión, los resultados obtenidos en laboratorio indican que los extractos de *A. muricata* son promisorios para controlar la garrapata común del ganado.

Palabras clave: *eficiencia reproductiva (ER), extractos vegetales, índice de producción de huevos (IPH), Rhipicephalus (B.) microplus.*

Resumo

O carrapato comum (*Rhipicephalus (B.) microplus*) do gado é considerado o ectoparasita mais importante da pecuária. O uso repetitivo e tradicional de inseticidas comerciais se converteu em um sério problema quanto a resistência adquirida por esse carrapato. Por essa razão, o controle biológico surgiu como uma alternativa promissora no controle deste ectoparasita. Esse estudo avalia o efeito dos extratos vegetais das plantas, *J. curcas* e *A. muricata*, sobre o índice de produção de ovos e a eficiência reproductiva de *R. (B.) microplus* segundo condições de laboratório. Cada extrato foi avaliado em 5 concentrações (entre 0,1 e 5%), usando controles negativo e positivo para sua comparação. Ambas as plantas mostraram atividade biológica, porém, *A. muricata* teve um efeito maior comparado com *J. curcas*, inclusive as concentrações baixas (0,5 y 1 %). Pelo contrário, *J. curcas* mostrou só um efeito moderado nas concentrações altas (5%). Em conclusão, os resultados obtidos no laboratório indicam que os extratos de *A. muricata* são promissores para controlar o carrapato comum do gado.

Palabras-chave: *eficiência reproductiva (ER), extractos de plantas, Rhipicephalus (B.) microplus, taxa de produção de ovos (TPO).*

Introducción

La garrapata común del ganado (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) posee una amplia distribución geográfica, siendo predominante en casi todos los países tropicales y subtropicales del globo (Álvarez *et al.*, 2006; Muro *et al.*, 2004). Como ectoparásito obligado, *R. (B.) microplus* se encuentra principalmente en el ganado bovino, no siendo ajena su presencia en equinos, ovinos y perros. Adicionalmente, es considerado el ectoparásito de mayor importancia en este sector pecuario debido a los daños y grandes pérdidas económicas ocasionadas (López-Valencia, 2013). Consecuencias directas como la pérdida de peso en el animal debido a la ingurgitación de sangre por parte del ectoparásito, e indirectas como la transmisión de diferentes organismos patógenos como la bacteria *Anaplasma marginale* y dos protozoos del género *Babesia*: *B. bigemina* y *B. bovis*, han sido bien estudiadas y caracterizadas. Tales organismos patógenos revisten gran atención debido a que causan la llamada "fiebre de las garrapatas", siendo la anemia el principal causante, inclusive ocasionando la muerte del bovino cuando éste se encuentra totalmente infestado por el parásito (López-Valencia, 2013).

Por estas razones, diversos mecanismos han sido propuestos y usados para contrarrestar tales daños, entre los cuales se encuentra como principal medida el uso del

método químico convencional, siendo los organofosforados, piretroides y amidinas los compuestos de mayor uso a nivel mundial ([Álvarez et al., 2006](#); [Cabrera, Rodríguez y Rosado, 2008](#); [Castro-Janer, Martins et al., 2010](#); [Castro-Janer, Rifran et al., 2010](#)). Si bien se ha logrado controlar este ácaro a través de estos compuestos, su uso repetitivo, seguido de su mala utilización, ha llevado a la generación de resistencia en diversos lugares del mundo por parte de esta garrapata ([Cabrera, Rodríguez y Rosado, 2008](#); [Castro-Janer, Rifran et al., 2010](#); [Castro-Janer, Martins et al., 2010](#); [Kumar et al., 2011](#)), al igual que repercusiones en el ambiente y problemas a la salud humana debido al hallazgo de residuos de algunos de estos derivados en la carne y leche de los animales ([Rossini, 2013](#)).

Dicha problemática ha obligado a la búsqueda constante de mecanismos diferentes de control que permitan contrarrestar tales problemáticas, siendo el control biológico como por ejemplo el uso de microorganismos entomopatógenos ([López, López y Orduz 2009](#); [Ren et al. 2012](#)) y el uso de extractos vegetales una alternativa promisoría ([Bisen, S.C, and P.K 2011](#); [Kaaya 1992](#); [Borges, Sousa, and Barbosa 2011](#)).

Jatropha curcas (Euphorbiaceae), se encuentra ampliamente distribuida en los trópicos y subtropicos, siendo nativa principalmente de centro y sur América ([Achten et al., 2008](#)). *J. curcas* es considerada en términos generales como planta tóxica, principalmente debido a los ésteres de forbol presentes en la semilla. Si bien su uso principal está enfocado a la extracción de aceite a partir de su semilla y posterior producción de biocombustible, la presencia de estos compuestos tóxicos ha motivado la exploración y utilización como posibles biopesticidas ([Djamin and A.B, 2012](#); [Devappa, Makkar and Becker, 2010a](#); [Devappa, Rajesh et al., 2012](#); [Devappa, Angulo-Escalante et al., 2012](#); [Bevilaqua et al., 2011](#)).

Por su parte, *Annona muricata* (Annonaceae), comúnmente llamada guanábana y nativa de Centro América, posee una amplia distribución geográfica, siendo igualmente las regiones tropicales y subtropicales las de mejores condiciones para su establecimiento ([Badrie y Schauss, 2009](#)). Como fruta ampliamente consumida, en las últimas décadas diversos estudios se han enfocado en buscar las moléculas principales que se encuentran en las diferentes partes de la planta con la finalidad de aislar y posteriormente evaluar su actividad biológica ([Rupprecht, Hui, y McLoughlin, 1990](#); [Ragasa et al., 2012](#); [Cavé et al., 1997](#)), siendo las acetogeninas el grupo de compuestos principales con mayor capacidad tóxica. De esta manera, su aislamiento ha permitido emplearlas como fungicidas, antihelmínticos, bactericidas e insecticidas en general ([de Sousa et al., 2010](#); [Komansilan et al., 2012](#); [Ferreira et al., 2013](#)).

En este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de los extractos vegetales de *J. curcas* y *A. muricata* sobre la capacidad reproductiva de la garrapata común del ganado *R. (B.) microplus* bajo condiciones de laboratorio.

Materiales y métodos

Obtención material vegetal

La obtención de las semillas de *J. curcas* se llevó a cabo gracias a la empresa "Colombiana de Biocombustibles S.A", ubicada en el municipio de Santa Fe de Antioquia – Antioquia, Colombia. Se utilizaron 2 kg aproximadamente para la realización del

experimento, las cuáles fueron escarificadas y la almendra resultante fue pulverizada a través de un pulverizador mecánico. Por otra parte, las semillas de *A. muricata*, fueron obtenidas en el mercado local. Estas semillas no fueron sometidas a procesos de escarificación, sólo trituradas mecánicamente; todo el material fue lavado con agua y secado previo a la extracción de sus metabolitos totales.

Obtención de extractos vegetales

Mezcla de solvente + semilla. El material obtenido de cada especie vegetal se mezcló con el solvente etanol en una proporción 1:2 y almacenado durante 48 horas a temperatura ambiente en un recipiente. Posteriormente esta mezcla fue filtrada a través de papel filtro, y la solución obtenida se almacenó en un nuevo recipiente. Esta percolación fue repetida tres veces cada 24 horas sobre la porción restante del primer recipiente, utilizando cada vez un solvente nuevo. La solución final (solvente + metabolitos) se llevó a temperatura de 4 °C hasta el momento de la extracción de sus metabolitos. El solvente fue grado analítico.

Obtención extractos totales. La solución contenida en el recipiente se sometió a rotaevaporación mediante un rotaevaporador marca YAMATO (Vacuum Controller VR 600) a una presión de 550 HPa y a una temperatura entre 35-40 °C en el baño maría hasta obtener los extractos totales. Los extractos fueron almacenados en frascos ámbar durante 15 días a 4 °C hasta la realización de cada experimento. Este procedimiento se llevó a cabo en el laboratorio de química de la Escuela de Ingeniería de Antioquia (IEA), Medellín-Antioquia.

Muestreo garrapatas

Siguiendo la metodología de Drummond *et al.* (1973), los extractos se evaluaron sobre las teleoginas, que corresponde al estado en el cual las garrapatas están completamente ingurgitadas. La obtención de las teleoginas se llevó a cabo en la finca San Rafael, ubicada en el municipio de San Pedro de Los Milagros - Antioquia, Colombia. De cada una de 16 vacas raza Holstein se tomó al azar una muestra de 15 a 30 teleoginas. Las teleoginas colectadas fueron almacenadas en recipientes plásticos mientras fueron llevadas al laboratorio hasta el momento de las pruebas *in vitro*.

Pruebas in vitro

Los extractos vegetales fueron preparados de acuerdo a cinco concentraciones diferentes, medidas como el porcentaje de metabolitos totales: 0,1%, 0,5%, 1%, 3% y 5%. Las teleoginas fueron lavadas con agua estéril por un minuto y luego secadas con papel absorbente para eliminar impurezas. Siguiendo a Drummond *et al.* (1973), 36 grupos de 10 garrapatas fueron previamente pesadas y dispuestas en cajas de petri; se usaron tres réplicas por cada combinación de planta (*J. curcas* y *A. muricata*) y concentración del extracto (0,1; 0,5; 1, 3 y 5%) más un control negativo (solo agua) y un control positivo. El control positivo fue un acaricida convencional (Ganabaño®) preparado de acuerdo a las indicaciones propuestas por el productor (0.015 %).

Adicionalmente, se procedió a realizar la Prueba de Inmersión de Adulto (AIT) ("*Adult Inmersion Test*" por sus siglas en inglés) la cual consiste en tomar los grupos de 10 garrapatas y sumergirlas durante 3 minutos en cada uno de los tratamientos previamente mencionados (López, López y Orduz, 2009; Santillán-Velazquez *et al.*, 2013); suavemente se agitan las soluciones con las garrapatas allí sumergidas. Las garra-

patas fueron extraídas y secadas con papel absorbente, retornando cada grupo a la caja de Petri correspondiente. Las cajas de Petri (previamente cubiertas para evitar la salida de los individuos) fueron incubadas a una temperatura entre 27 – 28 °C y humedad relativa entre el 70 – 80 % durante 24 días (Drummond *et al.*, 1973). Posteriormente, se retiraron las teleoginas y los huevos resultantes se pesaron. En seguida, los mismos huevos fueron dispuestos en tubos de ensayo de 12 cm, cerrados con tapón de gasa evitando la salida de las larvas emergentes; dicho procedimiento se dejó por 24 días más bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa previamente mencionadas.

La tasa (%) de eclosión larvaria se determinó de forma cualitativa, generando un valor numérico para este porcentaje al observar cada tubo de ensayo, aprovechando el hecho de que la larva eclosionada se ve de color blanco y los huevos no eclosionados de color café oscuro. Esta evaluación siempre fue realizada por la misma persona. Usando el peso inicial de las garrapatas, el peso de los huevos y la tasa de eclosión larvaria, se calculó el índice de producción de huevos (IPH) y la eficiencia reproductiva (ER) con las siguientes fórmulas:

$$IPH = \frac{\text{peso huevos (postura)}(\text{mg})}{\text{peso inicial garrapatas}(\text{mg})}$$

$$ER = IPH \times \text{tasa (\%)} \text{ de eclosión larvaria}$$

Análisis estadístico

Como indicadores del desempeño del extracto sobre la capacidad reproductiva de la garrapata, se usaron el índice de producción de huevos (IPH) y la eficiencia reproductiva (ER). Estos dos índices fueron modelados en función de la concentración (% de metabolitos totales) del extracto y la especie de planta (*A. muricata* y *J. curcas*) usando un análisis de covarianza (Ancova). Dado que se observó un patrón no lineal en ambas respuestas, la concentración del extracto fue incluida en el modelo Ancova de forma lineal y cuadrática. Desde el modelo Ancova, se realizaron contrastes entre la respuesta media de los controles y la curva de respuesta obtenida para cada combinación de tipo de planta y concentración del extracto. Los residuales del modelo cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Todos los análisis fueron realizados con el software R (CoreTeam Development, 2015).

Resultados

La eficiencia reproductiva (ER) se encontró directamente proporcional al índice de producción de huevos (IPH) dado que el porcentaje de eclosión se comportó aproximadamente constante (alrededor del 98%) para el conjunto de réplicas. La correlación lineal entre el ER y el IPH fue 0,96. La media y desviación estándar para cada variable fue: IPH: 0,335 (0,191); ER: 30,66 (19,97). Debido a esto, los resultados del modelo Ancova fueron muy similares para ambas variables (ER e IPH) y por esto solo se muestran aquí los resultados de dicho modelo para el IPH.

El índice de producción de huevos (IPH) disminuye de forma no lineal con la concentración del extracto en ambas especies de planta (Figura 1). El IPH mostró una reducción significativa cuando cualquiera de las combinaciones de planta/concentración del extracto fue comparada con el control negativo (Ancova, valor $p < 0,050$). La comparación con el control positivo tuvo resultados variables dependiendo de los dos factores

evaluados. El extracto de *J. curcas* solo supera de forma significativa (Ancova, valor $p = 0,008$) al control positivo cuando su concentración es mayor a 3.5% aproximadamente (Figura 1A). Por otro lado, *A. muricata* supera de forma significativa (Ancova, valor $p < 0,001$) al control positivo a partir de un 1% de concentración (Figura 1B).

El Ancova mostró una interacción significativa entre la concentración (lineal y cuadrática) del extracto y el tipo de planta (Prueba para interacción con la concentración cuadrática, $F_{1,24} = 22,82$, valor $p < 0,001$; con la concentración lineal: $F_{1,24} = 29,18$, valor $p < 0,001$). Estas interacciones se observan en la diferencia en el patrón de descenso de las dos curvas de la Figura 1. La *A. muricata* tuvo un descenso más fuerte del IPH que la *J. curcas*. Por ejemplo, si el extracto de *A. muricata* se usa a un 3% de metabolitos totales, se espera que el IPH caiga de 0,5 a 0,2 (un 85%) mientras que a la misma concentración para la *J. curcas*, se espera que el IPH caiga de 0,5 a 0,41 (un 18%) (Figura 1).

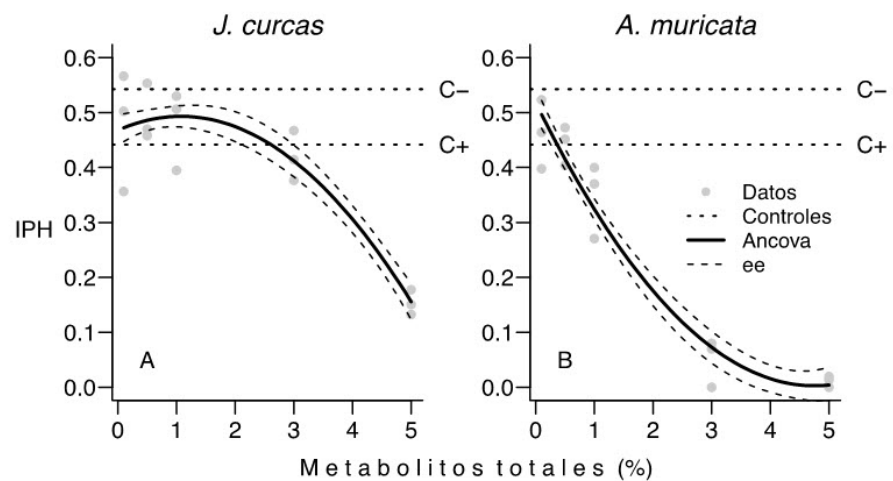


Figura 1. Desempeño de *J. curcas* (panel A) y *A. muricata* (panel B) expresado a través del índice de producción de huevos (IPH), en función de la concentración del extracto (metabolitos totales). Se indican los datos de cada réplica, el promedio de IPH de los controles negativo (C-: 0,542) y positivo (C+: 0,442) y la predicción realizada por el modelo Ancova ($R^2 = 0,924$, valor $p < 0,0001$) (ee = error estándar de la predicción obtenido desde el modelo Ancova). Las curvas mostradas aquí para el IPH son iguales a las de la eficiencia reproductiva (ER).

Discusión

La reducción observada en el IPH y la ER con el uso de los extractos vegetales de la guanábana y de la jatropha demuestra su capacidad biocontroladora sobre teleoginas de la garrapata del ganado.

Históricamente, *J. curcas* ha sido ampliamente usada con diferentes fines, entre los cuales se encuentra su uso a nivel medicinal, etnobotánico y base de alimento para animales (Devappa, Makkar Becker, 2010a; Aiyelaagbe et al., 2011). Sin embargo, debido al alto contenido de aceite en sus semillas, en las últimas décadas ha incrementado su interés por su extracción y posterior producción de biodiesel (Pandey et al., 2012).

Adicionalmente, la presencia en sus semillas, tallo y hojas de ciertos compuestos tóxicos y anti nutricionales tales como taninos, diterpenos, saponinas, inhibidores de tripsina, lectinas y curcinas ha motivado a la búsqueda de usos alternos tales como el Biocontrol. Por ejemplo, Devappa y col. recientemente demostraron que los ésteres de forbol (diterpenos), considerados como los compuestos más tóxicos de la *Jatropha* y presentes en buena cantidad en la semilla, poseen un alto potencial bioinsecticida contra diferentes organismos de interés comercial ([Devappa, Rajesh, et al., 2012](#)). Por otra parte [Juliet et al. 2012](#) han obtenido una reducción en el porcentaje de postura de *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* de hasta el 90% cuando son tratadas con extracto etanólico a partir de las hojas de *Jatropha*. De igual manera, y consistente con la actividad biocontroladora del extracto etanólico de semilla de *J. curcas*, varios estudios han sido conducidos a soportar la idea de que esta planta posee un amplio espectro de acción con actividad insecticida, entre los cuales se ha encontrado efectivo contra *Spodoptera frugiperda*, *Sitophilus zeamais* y *haemonchus contortus* ([Devappa, Angulo-Escalante et al., 2012](#); [Bevilaqua et al., 2011](#); [Djamin and A.B., 2012](#)).

Hasta la fecha, no se han encontrado reportes que soporten la actividad bioinsecticida de extractos de *J. curcas* sobre teleoginas de *R (B) microplus*. En los resultados obtenidos, el IPH mostró diferencias estadísticamente significativas cuando la concentración de metabolitos totales era igual o superior al 3.5%. Dichos resultados pueden estar relacionados con la presencia de terpenoides y taninos presentes en la semilla, compuestos que se creen están involucrados en la actividad antinutricional de esta planta ([Devappa, Makkar and Becker, 2010a](#)). Sin embargo, determinar si ambos tipos de compuestos causaron dichos resultados, no es apropiado, ya que, aunque *J. curcas* tenga la posibilidad de sintetizar muchos diterpenos diferentes, la información acerca de su actividad biológica resulta todavía escasa ([Devappa, Makkar, and Becker, 2010a](#)). Adicionalmente, es importante aclarar que la separación de compuestos específicos no se llevó a cabo en este estudio, sino la extracción de metabolitos totales.

Por su parte, los resultados encontrados con respecto a *A. muricata* en el presente trabajo, indican que el extracto etanólico mostró los mejores resultados en comparación con los extractos de *J. curcas*. En la [figura 1](#) se puede observar como a partir del 1% de concentración de metabolitos hubo un efecto estadísticamente significativo sobre el IPH (lo mismo para el ER; datos no mostrados), indicando ser un buen candidato para la extracción de metabolitos secundarios y continuar estudiando su actividad bioinsecticida.

Los efectos de esta planta se cree que están atribuidos a la presencia de acetogéninas (principalmente anonacinas y muricatacinas) en la semilla de guanábana, compuestos que han sido asociados con la inhibición de la respiración a nivel celular al bloquear el complejo 1 mitocondrial, y por consiguiente la muerte del ectoparásito ([Rupprecht, Hui and McLaughlin, 1990](#)).

Estudios similares respaldan la capacidad bioinsecticida de este extracto: por ejemplo, [Robledo-Reyes et al., 2008](#), encontraron que los extractos etanólicos de semilla de guanábana tienen un efecto sobre el último estadio de ninfas de *Periplaneta americana*, obteniendo una mortalidad entre el 40 y 60% diez días después de ser tratadas con dicho extracto. De igual manera, [Amariles, et al. \(2013\)](#) encontraron que el mayor efecto biocontrolador a partir de tres especies vegetales diferentes sobre ninfas de tercer estadio de *Aedes aegypti*, proviene de la extracción de meta-

bolitos totales de semillas de *A. muricata*. Adicionalmente, [Parra-Henao, et al. 2007](#) muestran la capacidad de esta planta para generar una mortalidad mayor en comparación con los demás extractos evaluados, indicando ser una planta promisoría para estudios de actividad biológica.

J. curcas mostró menor actividad biológica comparado con *A. Muricata* ([Figura 1](#)). Si bien en este estudio no se realizó una obtención de metabolitos específicos, se propone que esto puede ser debido a la presencia de muchos metabolitos primarios (carbohidratos, proteínas, lípidos, etcétera) presentes en el extracto de *Jatropha*, los cuales podrían opacar la acción de los componentes activos más relevantes en la planta tales como los ésteres de forbol que han mostrado una actividad importante en otros estudios ([Rakshit et al., 2008](#); [Goel et al., 2007](#)). Posiblemente los compuestos con actividad biológica en *A. Muricata* se encuentren en una mayor concentración y esto se deba su mayor efecto. Por ejemplo, se ha reportado que la semilla de guanábana posee alrededor de un 23% en aceites, lo cual sería un indicador de que tales acetogeninas (policétidos similares a los ácidos grasos) presenten una buena concentración ([Badrie and Schauss, 2009](#); [Solís-Fuentes, Hernández-Medel y Durán-de-Bazúa, 2011](#)). Por tal razón, se recomendaría extraer y posteriormente evaluar tales componentes activos (tanto en *J. curcas* como en *A. muricata*) con la finalidad de ver su efecto ([Devappa, Makkar and Becker, 2010b](#); [Devappa, Makkar and Becker, 2010a](#)), ya que los resultados arriba reportados han mostrado ser alentadores para el control de este ectoparásito. Adicionalmente, el protocolo usado en este estudio bajo condiciones *In vitro* ([Drummond et al., 1973](#)), ha mostrado ser efectivo en la evaluación de extractos vegetales.

Conclusiones

En conclusión, se encontró que los extractos de *J. curcas* y *A. muricata* son prometedores para el control de *R (B) microplus* bajo condiciones *in vitro*. Los extractos de *A. muricata* tuvieron un mayor efecto biológico y por ende pueden ser una mejor opción para futuras investigaciones, no solamente en esta garrapata ([de Sousa et al., 2010](#); [Komansilan et al., 2012](#); [Ferreira et al., 2013](#)). El aislamiento de sus componentes activos y posterior evaluación en este ectoparásito es requerido. Sin embargo, por tratarse precisamente de evaluaciones a nivel de laboratorio, su reproducibilidad y evaluación en estudios de campo también son necesarias.

Referencias

- Achten, W.M.J., L. Verchot, Y.J. Franken, E. Mathijs, V.P. Singh, R. Aerts, and B. Muys. 2008. "Jatropha Bio-Diesel Production and Use." *Biomass and Bioenergy* 32 (12): 1063–84. doi:[10.1016/j.biombioe.2008.03.003](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.03.003).
- Aiyelaagbe, Olapeju O., Amao A. Hamid, Ernesto Fattorusso, Orazio Tagliatalata-Scafati, Heinz C. Schröder, and Werner E. G. Müller. 2011. "Cytotoxic Activity of Crude Extracts as Well as of Pure Components from Jatropha Species, Plants Used Extensively in African Traditional Medicine." *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM* 2011: 134954. doi:[10.1155/2011/134954](https://doi.org/10.1155/2011/134954).
- Álvarez, Víctor, Jorge Loaiza, Roberto Bonilla, and Mariano Barrios. 2006. "Control *In Vitro* de Garrapatas (Boophilus Microplus; Acari: Ixodidae) Mediante Extractos Vegetales." *Revista de Biología Tropical* 56 (1). doi:[10.15517/rbt.v56i1.5525](https://doi.org/10.15517/rbt.v56i1.5525).

Amariles, Santiago, Carlos García-Pajón, and Gabriel Parra-Henao. 2013. "Actividad Insecticida de Extractos Vegetales Sobre Larvas de *Aedes Aegypti*, Diptera: Culicidae." *CES MEDICINA* 27 (2): 193–203. <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v27n2/v27n2a07.pdf>

Badrie, Neela, and Alexander Schauss. 2009. "Soursop (*Annona Muricata* L.): Composition, Nutritional Value, Medicinal Uses, and Toxicology." In *Bioactive Foods in Promoting Health: Fruits and Vegetables*, 621–43. Oxford Academic Press. https://www.researchgate.net/publication/236834878_Soursop_Annona_muricata_L_Composition_nutritional_value_medicinal_uses_and_toxicology

Bevilaqua, Claudia M. L., Selene M. Morais, Lyeghyna K. Andrade Machado, Ana Lourdes F. Camurça-Vasconcelos, Claudio C. Campello, Wesley L. C. Ribeiro, and Mayara de A. Mesquita. 2011. "Anthelmintic Activity of *Jatropha Curcas* L. Seeds on *Haemonchus Contortus*." *Veterinary Parasitology* 182 (2–4): 259–63. doi:[10.1016/j.vetpar.2011.04.010](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.04.010).

Bisen, S, Mandal S.C, and Sanyal P.K. 2011. "Effect of Some Phytotherapeutic Agents on Egg Production of *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus*." *Indian Journal of Animal Research* 45 (4): 289–94. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123156145>

Borges, Lígia Miranda Ferreira, Lorena Alessandra Dias de Sousa, and Carolina da Silva Barbosa. 2011. "Perspectives for the Use of Plant Extracts to Control the Cattle Tick *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus*." *Revista Brasileira De Parasitologia Veterinária = Brazilian Journal of Veterinary Parasitology: Órgão Oficial Do Colégio Brasileiro De Parasitologia Veterinária* 20 (2): 89–96. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21722481>

Cabrera, Darwin, Roger Rodríguez, and José Rosado. 2008. "Evaluación de la resistencia a la cipermetina en cepas de campo de *Boophilus microplus* obtenidas de ranchos bovinos del estado de Yucatán, México." *Técnica Pecuaria en México* 46 (4): 439–48. <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1793/1787>

Castro-Janer, E., J. R. Martins, M. C. Mendes, A. Namindome, G. M. Klafke, and T. T. S. Schumaker. 2010. "Diagnoses of Fipronil Resistance in Brazilian Cattle Ticks (*Rhipicephalus (Boophilus) Microplus*) Using in Vitro Larval Bioassays." *Veterinary Parasitology* 173 (3–4): 300–306. doi:[10.1016/j.vetpar.2010.06.036](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.06.036).

Castro-Janer, E., L. Rifran, P. González, J. Piaggio, A. Gil, and T. T. S. Schumaker. 2010. "*Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* (Acari: Ixodidae) Resistance to Fipronil in Uruguay Evaluated by in Vitro Bioassays." *Veterinary Parasitology* 169 (1–2): 172–77. doi:[10.1016/j.vetpar.2009.12.017](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.12.017).

Cavé, A., B. Figadère, A. Laurens, and D. Cortes. 1997. "Acetogenins from Annonaceae." In *Fortschritte Der Chemie Organischer Naturstoffe Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*, by A. Cavé, D. Cortes, B. Figadère, A. Laurens, and G. R. Pettit, edited by W. Herz, G. W. Kirby, R. E. Moore, W. Steglich, and Ch. Tamm, 70:81–288. Vienna: Springer Vienna. http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-3-7091-6551-5_2.

Devappa, Rakshit K., Miguel A. Angulo-Escalante, Harinder P.S. Makkar, and Klaus Becker. 2012. "Potential of Using Phorbol Esters as an Insecticide against *Spodoptera Frugiperda*." *Industrial Crops and Products* 38 (July): 50–53. doi:[10.1016/j.indcrop.2012.01.009](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.01.009).

Devappa, Rakshit K., Harinder P. S. Makkar, and Klaus Becker. 2010a. "Jatropha Toxicity—A Review." *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 13 (6): 476–507. doi:[10.1080/10937404.2010.499736](https://doi.org/10.1080/10937404.2010.499736).

Devappa, Rakshit K., H.P.S. Makkar, and K. Becker. 2010b. "Optimization of Conditions for the Extraction of Phorbol Esters from *Jatropha* Oil." *Biomass and Bioenergy* 34 (8): 1125–33. doi:[10.1016/j.biombioe.2010.03.001](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.03.001).

Devappa, Rakshit K., Sanjay K. Rajesh, Vikas Kumar, Harinder P.S. Makkar, and Klaus Becker. 2012. "Activities of *Jatropha Curcas* Phorbol Esters in Various Bioassays." *Ecotoxicology and Environmental Safety* 78 (April): 57–62. doi:[10.1016/j.ecoenv.2011.11.002](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.11.002).

Djain, Asmanizar, and Idris A. B. 2012. "Evaluation of *Jatropha Curcas* and *Annona Muricata* Seed Crude Extracts Against *Sitophilus Zeamais* Infesting Stored Rice." *Journal of Entomology* 9 (1): 1–13. <http://scialert.net/qredirect.php?doi=je.2012.13.22&linkid=pdf>

Drummond, R. O., S. E. Ernst, J. L. Trevino, W. J. Gladney, and O. H. Graham. 1973. "Boophilus Annulatus and B. Microplus: Laboratory Tests of Insecticides." *Journal of Economic Entomology* 66 (1): 130–33. <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/66/1/130/2211260/Boophilus-annulatus-and-B-microplus-Laboratory?redirectedFrom=fulltext>

Ferreira, L. E., P. M. N. Castro, A. C. S. Chagas, S. C. França, and R. O. Belebóni. 2013. "In Vitro Anthelmintic Activity of Aqueous Leaf Extract of *Annona Muricata* L. (Annonaceae) against *Haemonchus Contortus* from Sheep." *Experimental Parasitology* 134 (3): 327–32. doi:[10.1016/j.exppara.2013.03.032](https://doi.org/10.1016/j.exppara.2013.03.032).

Goel, Gunjan, Harinder P. S. Makkar, George Francis, and Klaus Becker. 2007. "Phorbol Esters: Structure, Biological Activity, and Toxicity in Animals." *International Journal of Toxicology* 26 (4): 279–88. doi:[10.1080/10915810701464641](https://doi.org/10.1080/10915810701464641).

Juliet, Sanis, Reghu Ravindran, Sunil A Ramankutty, Ajith Kumar K Gopalan, Suresh N Nair, Amithamol K Kavillimakkil, Amitabh Bandyopadhyay, Ajay Kumar S Rawat, and Srikanta Ghosh. 2012. "*Jatropha Curcas* (Linn) Leaf Extract –a Possible Alternative for Population Control of *Rhipicephalus*(*Boophilus*) *Annulatus*." *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 2 (3): 225–29. doi:[10.1016/S2222-1808\(12\)60051-6](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60051-6).

Kaaya, Godwin P. 1992. "Non-Chemical Agents and Factors Capable of Regulating Tick Populations in Nature: A Mini Review." *International Journal of Tropical Insect Science* 13 (4): 587–94. doi:[10.1017/S1742758400016179](https://doi.org/10.1017/S1742758400016179).

Komansilan, Alfrits, Abdul L. Abadi, Bagyo Yanuwadi, and David A. Kaligis. 2012. "Isolation and Identification of Biolarvicide from Soursop (*Annona Muricata* Linn) Seeds to Mosquito (*Aedes Aegypti*) Larvae." *International Journal of Engineering & Technology* 12 (3): 28–32. http://www.ijens.org/vol_12_i_03/128503-5959-ijet-ijens.pdf

Kumar, Sachin, Souvik Paul, Anil Kumar Sharma, Rinesh Kumar, Shashi Shankar Tewari, Pallab Chaudhuri, D.D. Ray, Ajay Kumar Singh Rawat, and Srikant Ghosh. 2011. "Diazinon Resistant Status in Rhipicephalus (Boophilus) Microplus Collected from Different Agro-Climatic Regions of India." *Veterinary Parasitology* 181 (2-4): 274-81. doi:[10.1016/j.vetpar.2011.04.030](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.04.030).

López, Elkin, Gustavo López, and Sergio Orduz. 2009. "Control de la garrapata Boophilus microplus con Metarhizium anisopliae, estudios de laboratorio y campo." *Revista Colombiana de Entomología* 35 (1): 42-46. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882009000100008

López-Valencia, Gustavo. 2013. "Aspectos Generales Sobre Las Garrapatas, Distribución, Morfología, Biología Y Control." In *Productos Naturales Contra Parásitos Externos Del Ganado Bovino Y Ovino, Tales Como Mosca de Los Cuernos Y Garrapatas*, 1sted., 15-29. Chile: Ediciones de la universidad de Magallanes. http://odin.ces.edu.co/Contenidos_Web/41029076.pdf

Muro, Francisco, Carlos Cruz-Vasquez, Manuel Fernández-Ruvalcaba, and Jorge Molina Torres. 2004. "Efecto repelente de extractos de Melinis minutiflora sobre larvas de la garrapata Boophilus microplus." *Veterinaria México* 35 (2): 153-59. <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2004/vm042g.pdf>

Pandey, Vimal Chandra, Kripal Singh, Jay Shankar Singh, Akhilesh Kumar, Bajrang Singh, and Rana P. Singh. 2012. "Jatropha Curcas: A Potential Biofuel Plant for Sustainable Environmental Development." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (5): 2870-83. doi:[10.1016/j.rser.2012.02.004](https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.004).

Parra-Henao, Gabriel, Carlos Mario Garcia Pajón, and Jose Miguel Cotes Torres. 2007. "Actividad insecticida de extractos vegetales sobre Rhodnius prolixus y Rhodnius pallescens (Hemiptera: Reduviidae)." *Boletín de Malariología y Salud Ambiental* 47: 125-37. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482007000100011

Ragasa, Consolacion Y, Geneveve Soriano, Oscar B Torres, Ming-Jaw Don, and Chien-Chang Shen. 2012. "Acetogenins from Annona Muricata." *Pharmacognosy Journal* 4 (32): 32-37. doi:[10.5530/pj.2012.32.7](https://doi.org/10.5530/pj.2012.32.7).

Rakshit, K.D., J. Darukeshwara, K. Rathina Raj, K. Narasimhamurthy, P. Saibaba, and S. Bhagya. 2008. "Toxicity Studies of Detoxified Jatropha Meal (Jatropha Curcas) in Rats." *Food and Chemical Toxicology* 46 (12): 3621-25. doi:[10.1016/j.fct.2008.09.010](https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.09.010).

Ren, Qiaoyun, Zhijie Liu, Guiquan Guan, Ming Sun, Miling Ma, Qingli Niu, Youquan Li, et al. 2012. "Laboratory Evaluation of Virulence of Chinese Beauveria Bassiana and Metarhizium Anisopliae Isolates to Engorged Female Rhipicephalus (Boophilus) Microplus Ticks." *Biological Control* 63 (2): 98-101. doi:[10.1016/j.biocontrol.2012.07.002](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.07.002).

Robledo-Reyes, Paulo, Ranulfo González, Gloria Jaramillo, and Jaime Restrepo. 2008. "Evaluación de la toxicidad de acetogeninas anonáceas sobre ninfas de Periplaneta americana L. (Dictyoptera: Blattidae)." *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 9 (1): 54-61. <http://entomologia.univalle.edu.co/boletin/6Robledo.pdf>

Rossini, Carmen. 2013. "Medidas de control contra la garrapata común del ganado." In *Productos naturales contra parásitos externos del ganado bovino y ovino, tales como mosca de los cuernos y garrapatas*, 1sted., 30–42. Chile: Ediciones de la universidad de Magallanes. https://books.google.com.co/books/about/Productos_naturales_contra_parasitos_ext.html?id=xKZLnQAACAAJ&redir_esc=y

Rupprecht, J. Kent, Yu-Hua Hui, and Jerry L. McLaughlin. 1990. "Annonaceous Acetogenins: A Review." *Journal of Natural Products* 53 (2): 237–78. doi:[10.1021/np50068a001](https://doi.org/10.1021/np50068a001).

Santillán-Velazquez, Guadalupe, Froylán Ibarra-Velarde, Blas Flores Pérez, Margarita Romero-Avila, Yazmin Alcalá-Canto, Héctor Salgado-Zamora, and Yolanda Vera Montenegro. 2013. "In Vitro and in Vivo Efficacy of an Experimental Compound against Rhipicephalus (Boophilus) Microplus Ticks." *Pharmacology & Pharmacy* 4 (1): 41–45. doi:[10.4236/pp.2013.41005](https://doi.org/10.4236/pp.2013.41005).

Solís-Fuentes, Julio A., María del Rosario Hernández-Medel, and María del Carmen Durán-de-Bazúa. 2011. "Soursop (Annona Muricata L.) Seeds, Therapeutic and Possible Food Potential." In *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 1045–52. Elsevier. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123756886101240>.

Sousa, Orlando Vieira de, Glauciemar Del-Vechio Vieira, José de Jesus R. G. de Pinho, Célia Hitomi Yamamoto, and Maria Silvana Alves. 2010. "Antinociceptive and Anti-Inflammatory Activities of the Ethanol Extract of Annona Muricata L. Leaves in Animal Models." *International Journal of Molecular Sciences* 11 (5): 2067–78. doi:[10.3390/ijms11052067](https://doi.org/10.3390/ijms11052067).