



Evaluación de insecticidas de nueva generación para el control de las cochinillas harinosas de las raíces del café, *Puto barberi* (Hemiptera: Putoidae) y *Dysmicoccus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae)

Evaluation of new-generation insecticides for control of the coffee root mealybugs, *Puto barberi* (Hemiptera: Putoidae) and *Dysmicoccus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae)

ANÍBAL ARCILA-MORENO^{1*} ZULMA NANCY GIL-PALACIO¹
 MARISOL GIRALDO-JARAMILLO¹ RUBÉN MEDINA¹
 PABLO BENAVIDES-MACHADO¹

¹ Centro Nacional de Investigaciones de Café-Cenicafé, Manizales, Colombia. anibal.arcila@cafedecolombia.com, zulma.gil@cafedecolombia.com, marisol.giraldo@cafedecolombia.com, ruben.medina@cafedecolombia.com, pablo.benavides@cafedecolombia.com

* Autor de correspondencia

Aníbal Arcila-Moreno. Centro Nacional de Investigaciones del Café - Cenicafé, Sede principal Pedro Uribe Mejía, km. 4 vía Chinchiná-Manizales, Caldas, Colombia. anibal.arcila@cafedecolombia.com

Citación sugerida

Arcila-Moreno, A., Gil-Palacio., Z. N., Giraldo-Jaramillo, M., Medina, R. D., & Benavides, P. (2025). Evaluación de insecticidas de nueva generación para el control de las cochinillas harinosas de las raíces del café, *Puto barberi* (Hemiptera: Putoidae) y *Dysmicoccus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 51(2), e14251. <https://doi.org/10.25100/socolen.v51i2.14251>

Recibido: 12-Jun-2024

Aceptado: 19-Ago-2025

Publicado: 22-Dic-2025

Editor temático: Carlos Espinel, Corporación Colombiana de Investigación Agrosavia [AGROSAVIA], Mosquera, Colombia.

Revista Colombiana de Entomología
ISSN (Print): 0120-0488

ISSN (On Line): 2665-4385

<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co>

Open access

creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Publishers: Sociedad Colombiana de Entomología
SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)
<https://www.socolen.org.co>
Universidad del Valle (Cali, Colombia)
<https://www.univalle.edu.co>

Resumen: en Colombia las cochinillas harinosas de las raíces del café se han convertido en plagas importantes de la caficultura; *Puto barberi* (Hemiptera: Putoidae) y *Dysmicoccus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae), son las especies predominantes. El objetivo de esta investigación fue evaluar insecticidas utilizados para su control que no tuvieran restricciones de uso en Colombia o países compradores de café. En laboratorio se evaluaron 18 formulaciones de origen mineral, biológico, botánico y químico, sobre ninfas y adultos de *P. barberi*. La evaluación a los 10 días del tratamiento seleccionó a dinotefuran, pyriproxyfen + acetamiprid, cyantraniliprole y una mezcla de extractos vegetales *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (Poales: Poaceae), *Ammothamnus* sp. y *Pongamia pinnata* (L.) Pierre (Fabaceae) al causar una mortalidad superior al 80 %. Posteriormente, estos productos más spirotetramat, hidróxido de calcio y tiamentoxam (testigo comercial - TC), además de un testigo absoluto (agua), fueron evaluados en un lote de café infestado naturalmente por *P. barberi* y en almácigos infestados artificialmente con *Dysmicoccus* sp. Se utilizó un diseño completamente aleatorio. La variable de respuesta fue número de individuos vivos por planta infestada (IVPPI). Para *P. barberi*, al día 14 del tratamiento, solo dinotefuran y la mezcla de extractos vegetales fueron estadísticamente similares al TC, presentando, respectivamente, 6,56 - 6,94 y 6,17 IVPPI. Con respecto a *Dysmicoccus* sp., dinotefuran al día 30 y 60, tuvo 1,38 y 1,50 de IVPPI, igual estadísticamente a 1,08 y 1,36 IVPPI del TC; la mezcla de extractos vegetales evaluada al día 30, siguió a dinotefuran con 3,14 de IVPPI. La eficacia de estos insecticidas estuvo entre 73 % y 98 %; por tanto, se pueden recomendar para controlar las cochinillas harinosas de las raíces del café.

Palabras clave: *Ammothamnus*, *Cymbopogon*, dinotefuran, extractos vegetales, minerales, *Pongamia*, *Sophora*.

Abstract: In Colombia, mealybugs have become important common pests in coffee farming. The predominant species are *Puto barberi* (Hemiptera: Putoidae) and *Dysmicoccus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae). The objective of this research was to evaluate insecticides used to control these pests, which are not restricted for use in Colombia or coffee-buying countries. In the laboratory, 18 different formulations of insecticides, originating from mineral, biological, botanical, and chemical sources, were evaluated on both nymphs and adults of *P. barberi*. After 10 days of treatment, it was found that dinotefuran, pyriproxyfen + acetamiprid, cyantraniliprole, and a mixture of plant extracts from *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (Poales: Poaceae), *Ammothamnus* sp., and *Pongamia pinnata* (L.) Pierre (Fabaceae) was effective in causing a mortality rate greater than 80 %. These products, along with spirotetramat, calcium hydroxide, and tiamentoxam (commercial control - CC), were then evaluated in a batch of naturally infested coffee plants by *P. barberi* and in coffee seedlings in a greenhouse that were artificially infested with *Dysmicoccus* sp. The study utilized a completely randomized design. The response variable was the number of live individuals per infested plant (LIPIP). On day 14 of treatment, only dinotefuran and the mixture of plant extracts showed statistically similar results to the CC, presenting 6.56 - 6.94 and 6.17 LIPIP for *P. barberi*. On days 30 and 60, *Dysmicoccus* sp. had 1.38 and 1.50 LIPIP with dinotefuran, statistically equal to 1.08 and 1.36

LIPIP of the CC; at 30 days, the mixture of plant extracts followed dinotefuran with 3.14 LIPIP. The effectiveness of these insecticides ranged from 73 % to 98 %; they are recommended for controlling coffee root mealybugs.

Keywords: *Ammothamnus*, *Cymbopogon*, dinotefuran, minerals, plant extracts, *Pongamia*, *Sophora*.

Introducción

Las cochinillas harinosas de las raíces del café son en la actualidad una limitante importante en el establecimiento de nuevos cafetales en varias regiones de la caficultura colombiana (Gil Palacio et al., 2015; Villegas-García & Benavides-Machado, 2011). A pesar de ser considerado un insecto endémico en los suelos cafeteros de Colombia, cuando es dispersado y tiene condiciones favorables para el desarrollo de las poblaciones, se convierte en una plaga; estos insectos se localizan en las raíces de las plántulas en almácigos de café y en plantaciones establecidas (Benavides Machado et al., 2013). Las cochinillas harinosas establecidas en las raíces se encuentran en la base del tronco, la raíz pivotante, raíces primarias, secundarias y pelos absorbentes; a profundidades entre 0 cm y 40 cm; ello depende de las propiedades físicas del suelo, humedad, edad de la planta y desarrollo radicular de la misma (Villegas et al., 2009). El efecto de alimentación de una gran cantidad de insectos, sumado a que algunas especies de Pseudococcidae que se asocian con hongos basidiomicetos forman una barrera física, impiden que el árbol tome los nutrientes del suelo adecuadamente, debilitándolo hasta matarlo (Gullan & Martin, 2009; Santa-Cecilia et al., 2007; Souza et al., 2008). Por distribución, frecuencia de ocurrencia o adaptación, especies como *Puto barberi* (Cockerell, 1895), *Dysmicoccus texensis* (Tinsley, 1900), *Pseudococcus elisae* Borchsenius, 1947, *Noechavesia caldasiae* (Balachowsky, 1957), entre otras, son de importancia por su gran potencial como plagas (Caballero et al., 2019). En Brasil, *D. texensis* es una plaga que causa graves daños a la caficultura (Santa-Cecilia et al., 2007; Souza et al., 2007).

El control de las cochinillas harinosas de las raíces está enfocado en evitar la dispersión de la plaga y proteger el sistema radicular de las plantas jóvenes; para ello, las prácticas de Manejo Integrado de Plagas buscan reducir la diseminación del insecto desde los almácigos al lote y controlarlas durante los dos primeros años de establecimiento en campo (Gil Palacio et al., 2015). Sin embargo, estos insectos pueden ser de difícil tratamiento, en ese caso, casi siempre se debe recurrir al control químico.

De acuerdo con Mani y Shivaraju (2016b) los insecticidas de contacto han sido ineficaces (especialmente los de naturaleza química polar), dado que las ceras producidas por las cochinillas harinosas forman una barrera física que impide la penetración y llegada del producto al blanco biológico. Dentro de los insecticidas que se consideran eficaces para la mayoría de los insectos chupadores se destacan los organofosforados, carbamatos, neonicotinoides y reguladores de crecimiento (Luppichini et al., 2013). Kodandaram et al. (2016) mencionan nuevas moléculas con acción insecticida sobre insectos chupadores como acetamiprid, flonicamid, spirotetramat, pyriproxyfen, cyantraniliprole y otros. En la actualidad el control de cochinillas harinosas de las raíces del café está basado en el empleo de insecticidas de síntesis química de tipo sistémico, siendo los neonicotinoides los utilizados en primera instancia (Mani & Shivaraju, 2016b). A pesar de

la importancia de estas cochinillas harinosas en cultivos de interés agrícola, son pocas las investigaciones desarrolladas para su control y la mayoría se han enfocado en especies del género *Dysmicoccus*. En Brasil para el control de *D. texensis*, fueron eficaces los insecticidas tiometoxam e imidacloprid en formulación de gránulos dispersables (WG) aplicados en forma líquida a la base del tallo (drench) (Souza et al., 2007).

En cuanto a la aplicación de insecticidas biológicos, el control de *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) en piña ha tenido resultados variables con el entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill.; Gratereaux (2009) encontró eficacia en el laboratorio más no en campo. Por otro lado, bajo condiciones controladas, aspersiones de *B. bassiana* causaron una reducción en la población del insecto superior al 70 % (Manjushree & Chellappan, 2019).

La aplicación de biorracionales como extractos vegetales, jabones de sales potásicas e hidróxido de calcio, parecen tener mejor resultado y es así como la evaluación en el laboratorio y en el campo de un preparado de aceites botánicos y una sal potásica (jabón) mostró un control similar al manejo químico tradicional sobre *D. brevipes* (Miranda Vindas & Blanco Metzler, 2013). La aplicación de azadirachtina (nim) fue eficaz tanto en laboratorio como en campo, no así el uso de jabón (Vásquez, 2000); aplicaciones bajo condiciones controladas de azadirachtina al 1 % permitieron una disminución en la población de *D. brevipes* por encima del 75 % (Manjushree & Chellappan, 2019). El efecto insecticida de los extractos *C. citratus*, *Ammothamnus* sp. (actualmente clasificado como *Sophora* sp.) y *P. pinnata* sobre insectos de diferentes órdenes, entre ellos chupadores, es registrado ampliamente (Caparroz et al., 2023; Ma et al., 2018; Pinto et al., 2015; Plata-Rueda et al., 2020; Stepanycheva et al., 2014; Usharani et al., 2019).

Actualmente, para el manejo de *P. barberi* en el cultivo del café en Colombia, Cenicafé, basado en trabajos experimentales, recomienda la aplicación de dos moléculas insecticidas que tienen aprobación ICA para uso en café, lambdacihalotrina y tiometoxam (Gil Palacio et al., 2015); sin embargo, en Colombia y en los países compradores de café estos insecticidas son cuestionados o prohibidos por sellos de cafés sostenibles o códigos de conducta; por lo tanto, los caficultores están en riesgo de quedarse sin opciones insecticidas para el control de esta plaga.

No existen investigaciones con productos de nueva generación para el control de *P. barberi* y *Dysmicoccus* sp. en cultivo del café. En consecuencia, se requiere adelantar un estudio con este tipo de insecticidas para determinar su eficacia y de este modo contar con alternativas para su manejo. Por tal razón, el objetivo de esta investigación fue evaluar insecticidas de nueva generación y de bajo impacto ambiental que no estén prohibidos o restringidos por sellos de cafés sostenibles, códigos de conducta o países compradores, bajo la hipótesis que con al menos uno de los insecticidas evaluados se logra una sobrevivencia menor o igual de estados de cochinillas harinosas al causado por el testigo comercial, tiometoxam.

Materiales y métodos

Localización y duración. La investigación se llevó a cabo entre los años 2021 y 2023, en los laboratorios de la Disciplina de Entomología del Centro Nacional de Investigaciones de Café-Cenicafé ubicado en Manizales, Caldas, Colombia, a 05°00' de latitud Norte, 76°36' de longitud Oeste, altitud de 1310 m, temperatura media de 21,0 °C, precipitación

media anual de 2.510 mm; en la Estación Experimental Naranjal ubicada en la vereda La Quiebra de Naranjal, Chinchiná, Caldas, Colombia, a 04°59' de latitud Norte, 75°35' de longitud Oeste, altitud de 1400 m, temperatura media de 20,7 °C, precipitación media anual de 2560 mm y en la Estación Experimental Paraguaicito ubicada en la vereda Río Verde, Buena Vista, Quindío, Colombia, a 04°24' de latitud Norte, 75°44' de longitud Oeste, altitud de 1234 m, temperatura media de 23,1 °C, precipitación media anual de 1800 mm.

El estudio se desarrolló en dos etapas. 1. Laboratorio: selección de insecticidas que ocasionaron una mortalidad mínima de 80 % sobre *P. barberi*, 2. Campo: Control de *P. barberi* en cafetales menores a un año. Adicionalmente, para corroborar el efecto de los insecticidas, los de mayor potencial se evaluaron en almácigos infestados por *Dysmicoccus* sp.

Recolección y mantenimiento de insectos. Para iniciar las colonias en laboratorio de las cochinillas *P. barberi* y *Dysmicoccus* sp., se recolectaron ninfas y adultos en raíces de plantas de café y de las arvenses *Tephrosia cinerea* (L.) Pers. *Conyza bonariensis* (L.) Cronq. y *Sida rhombifolia* L. en fincas cafeteras de la zona central cafetera. Las muestras recolectadas se trasladaron al laboratorio de entomología del Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), y se dispusieron sobre tubérculos en estado de brotación de papa criolla *Solanum phureja* Juz. & Bukasov (Solanales: Solanaceae) (Giraldo-Jaramillo, 2021), se mantuvieron en un cuarto climatizado a 22±1 °C, 65 % ± 10 % HR y 24 h de oscuridad, hasta el desarrollo de la colonia. Se corroboró la identificación de la especie *P. barberi* y el género *Dysmicoccus*, primero realizando montaje en placa y comparando con ejemplares de la colección de referencia del Museo Entomológico Marcial Benavides de Cenicafé (MEMB) y con las descripciones taxonómicas de Caballero et al. (2018). Finalmente, para la realización de los experimentos, en la unidad cría se realizó la multiplicación masiva de *P. barberi* sobre papa criolla y *Dysmicoccus* sp. en frutos (en estado de maduración pintón) de *Cucurbita moschata* Duchesne tipo Butternut Sakata® (Cucurbitales: Cucurbitaceae). Dichos materiales vegetales fueron seleccionados por ser los mejores para el desarrollo de cada una de las especies de cochinillas en estudio.

Etapa 1. Selección de insecticidas que ocasionaron una mortalidad mínima del 80 % de *P. barberi* bajo condiciones de laboratorio

En la tabla 1 se describen los insecticidas evaluados y las concentraciones de aplicación usadas. La concentración para evaluar se definió a partir de la dosis o concentración más alta indicada en la etiqueta del producto comercial o la mencionada en referencias bibliográficas en estudios de control para insectos chupadores.

Aplicación de los insecticidas. Papas criollas infestadas con *P. barberi* procedentes de la unidad de cría, con al menos 10 individuos en estado de adulto y ninfas instar II y III (Figura 1A), fueron asperjadas con un atomizador manual de bajo volumen (Figura 1B). Se aseguró un cubrimiento total de la papa infestada sin ocasionar escorrimiento de la solución insecticida. Para evitar dañar los individuos con los dedos al manipular las papas durante la aspersión, se utilizó un palillo de madera de 10,0 cm de largo. La papa tratada se puso en una caja plástica de 10,5 cm de ancho por 6,0 cm de alto, con

papel toalla absorbente y así se conformó la unidad de observación (UO) (Figura 1C).

Para cada insecticida evaluado se contó con 30 UO; estas se llevaron sin tapar a un cuarto climatizado a 22 ± 1 °C, 65 ± 10 % HR y 24 h de total oscuridad; cuando se secó el insecticida asperjado sobre las papas se taparon las UO. A los 10 días de la aplicación se registró para cada insecticida y UO, el número de ninfas y adultos vivos y muertos. La variable de interés fue el porcentaje de individuos muertos, la cual se obtuvo como el cociente entre individuos muertos y el total de individuos (vivos + muertos) multiplicado por 100.

Análisis de la información. Para cada concentración insecticida se estimó el promedio y el error estándar con la variable de interés. Posteriormente se aplicó una prueba de t, al 5 %, para determinar los insecticidas con mortalidad promedio estadísticamente superior al 80 % para ser evaluados en campo (Etapa 2).

Etapa 2. Control de *P. barberi* en cafetales menores a un año de edad.

El estudio se realizó en la Estación Experimental Naranjal, en un lote infestado naturalmente por *P. barberi*, la distancia de siembra fue 1,0 m x 1,0 m. Durante las evaluaciones no se realizaron aplicaciones de pesticidas diferentes a los evaluados; tampoco se encaló o se adicionó materia orgánica al suelo. Se realizó análisis de suelo (Tabla 2).

Los insecticidas evaluados fueron los seleccionados en la etapa 1. Se incrementó la concentración de aplicación entre el 50 % y 60 % (Tabla 3), con excepción del cyantraniliprole, dado el costo del producto, en este caso se dejó la misma concentración de la etapa de laboratorio. Se utilizó tiametoxam como testigo relativo (TR) por su eficacia en el control de *P. barberi*. Se incluyó el insecticida spirotetramat por su acción sistémica vía foliar (Nauen et al., 2008) y por presentar una vida media en el suelo inferior a un día (Lewis et al., 2024; Lozowicka et al., 2017).

Para determinar la población del insecto en las raíces y el momento oportuno para la aplicación de los tratamientos; después de la siembra, mensualmente se realizaron muestreos destructivos desenterrando 15 plantas al azar. Al quinto mes se verificó que, en promedio, las plantas tenían más de 20 individuos (adultos y ninfas) momento en el que se realizó la aplicación de los tratamientos. Para los insecticidas aplicados en drench, se utilizó un volumen de 200 cm³ a la base del tallo de cada planta; actividad que se ejecutó con una aspersora de espalda modificada para tal fin (Arcila-Moreno, 2015) (Figura 2). El suelo estaba a capacidad de campo (en los cinco días previos a la aplicación, cayeron 96,5 mm). En el caso del spirotetramat se asperjó el follaje con un equipo eléctrico de espalda con boquilla TX3 operando a una presión de 40 psi, el cubrimiento fue por el envés y haz de la hoja sin provocar escorrimiento. Cada tratamiento tuvo un equipo propio de aplicación. La unidad experimental (UE) fue la planta tratada; se contó con 55 repeticiones por tratamiento. La evaluación se efectuó 14 días después de la aplicación, las UE se desenterraron y se registró número de individuos vivos (ninfas y adultos) adheridos a las raíces y en el suelo circundante a la planta.

Evaluación de insecticidas para el control de *Dysmicoccus* sp. en almácigo. El experimento se desarrolló en la Estación Experimental Paraguaicito, en plantas de almácigo de 16

meses sembradas en bolsas de 17 cm x 23 cm. Se utilizó suelo proveniente de un lote infestado naturalmente por *Dysmicoccus* sp., no se hicieron aplicaciones de pesticidas distintos a los evaluados; tampoco se encaló o agregó materia orgánica al suelo. Se hizo análisis de suelo (Tabla 2). A los 4, 6, 8, 11, 13 y 15 meses después de la siembra, se realizaron infestaciones con *Dysmicoccus* sp. En cada momento de infestación, se puso por bolsa una sección de fruto de *C. moschata* de aproximadamente 3 cm x 2 cm, ubicada a media distancia entre el tallo de la planta y la bolsa, y se tapó con suelo de la bolsa para evitar el escape de los individuos. Cada sección contenía entre 10 y 20 individuos (ninfas y adultos) (Figura 3). Los insecticidas evaluados fueron Dinotefuran, el extracto vegetal (dado que mostraron la mayor eficacia sobre *P. barbieri* en campo), spirotetramat y se incluyó el hidróxido de calcio; el testigo relativo fue tiometoxam (Tabla 3).

Después de la primera infestación, mensualmente se realizaron muestreos destructivos, desenterrando 15 plantas al azar; al mes 16, cuando se registró en dos muestreos consecutivos un promedio de plantas infestadas superior al 70 % con más de 40 individuos (adultos y ninfas), se procedió a realizar la aplicación de los tratamientos. El método y equipos de aplicación fue similar al utilizado en la evaluación anterior,

salvo que, en este caso, el volumen de descarga fue de 150 cm³ por planta, aplicado en drench (Figura 4a); el hidróxido de calcio se aplicó con una jeringa desechable (Figura 4b) por cuanto la mezcla tapona boquillas y equipo; para la aplicación del spirotetramat, a fin de no contaminar por deriva plantas de otros tratamientos, se dispuso una pantalla (Figura 4c). El día anterior a la aplicación, se efectuó un riego abundante para llevar el suelo a capacidad de campo. La UE fue la planta tratada. Se contó con 47 repeticiones por tratamiento. La evaluación se realizó a los 30 y 60 días después de la aplicación; las UE se desenterraron y se registró el número de individuos vivos (ninfas y adultos) presentes en las raíces, en el suelo y en la bolsa.

Para el análisis de la información, en cada estudio, el efecto de los tratamientos fue evaluado, bajo un diseño completamente aleatorio. La variable de respuesta fue número de individuos vivos por UE (sobrevivencia); también se utilizó la variable complementaria porcentaje de plantas infestadas, la cual se obtuvo como el cociente entre el número de plantas infestadas con individuos vivos y el total de plantas del tratamiento multiplicado por 100. Para cada tratamiento, se estimó el promedio y el error estándar, con la variable de respuesta. Se aplicó un ANOVA asociado al diseño experimental

Tabla 1. Productos insecticidas evaluados en laboratorio para el control de *P. barbieri*.

Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Formulación	Grupo Químico	Clasificación IRAC ¹	Cat. Tox. ²	Concentración a aplicar (g o cm ³ .L ⁻¹)
Dinotefuran	Starkle 20 SG	Gránulos Solubles (SG) 20%	Neonicotinoide	4A	III	1,0 g
Pyriproxyfen	Procyll®100 EC	Concentrado Emulsionable (CE) 10%	Piriproxifen	7C	III	2,5 cm ³
Pyriproxyfen + Acetamiprid	Locked SL	Concentrado Soluble (SL) 15% + 10%	Pyriproxyfen + Neonicotinoide	7C + 4A	III	2,0 cm ³
Ciromazina	Trigard 75 WP	Polvo mojable (WP) 75%	Triazina	17	III	0,5 g
Tebufenozide	Confirm	Supensión Concentrada (SC) 24%	Diacilhidracina	18	III	1,5 cm ³
Spirotetramat	Movento OD	Dispersión en Aceite (OD) 15%	Derivado del ácido tetrónico y tetrámico	23	III	3,0 cm ³
Cyantraniliprole	Preza®	Dispersión en Aceite (OD) 10%	Diamida antranílica	28	III	5,0 cm ³
Chlorantraniliprole	Coragen® SC	Suspensión Concentrada (SC) 20%	Diamida antranílica	28	III	2,5 cm ³
Flonicamid	Turbine 50 WG	Gránulos Disperables (WG) 50%	Piridinacarboxamida (Flonicamid)	29	III	1,5 g
<i>Beauveria bassiana</i>	Brocaril	Polvo Mojable (WP) 2x109 Conidias.g ⁻¹	Biológico	UNF	III	2,5 g
Extractos vegetales de: <i>Cymbopogon citratus</i> ; <i>Ammothamnus</i> sp. y <i>Pongamia pinnata</i>	ADNTRI3	Concentrado Soluble (SL) 90%	Botánico	UNE	III	2,5 cm ³
Extractos vegetales de <i>S.japonica</i> - <i>Tea</i> sp.	ADGReeN	Concentrado Soluble (SL) 0,3 - 2,0 %	Botánico	UNE	III	1,5 cm ³
Extracto vegetal de <i>Azadiractina</i>	Azasol	Polvo Soluble (SP) 6%	Botánico	UN	III	3,0 g
Extracto vegetal de ruda	Rutinal	Concentrado Emulsionable (CE) 10%	Botánico	UNE	III	10,0 cm ³
Extracto de <i>Tithonia diversifolia</i>	Biomiel	Concentrado Emulsionable (CE) 3,5%	Botánico	UNE	III	7,5 cm ³
Aceite vegetal + Sales de Potasio	TecniROSADO.org	Emulsión	Botánico - mineral	UNE	III	20,0 cm ³
Oleoato de cafeína	Oleoato de cafeína	N.D.	Botánico - mineral	N.D.		73,0 cm ³
Hidróxido de calcio	Cal apagada	Polvo	Mineral	N.D.		40,0 g

¹ IRAC: The Insecticide Resistance Action Committee

² Categoría Toxicológica según Norma Andina

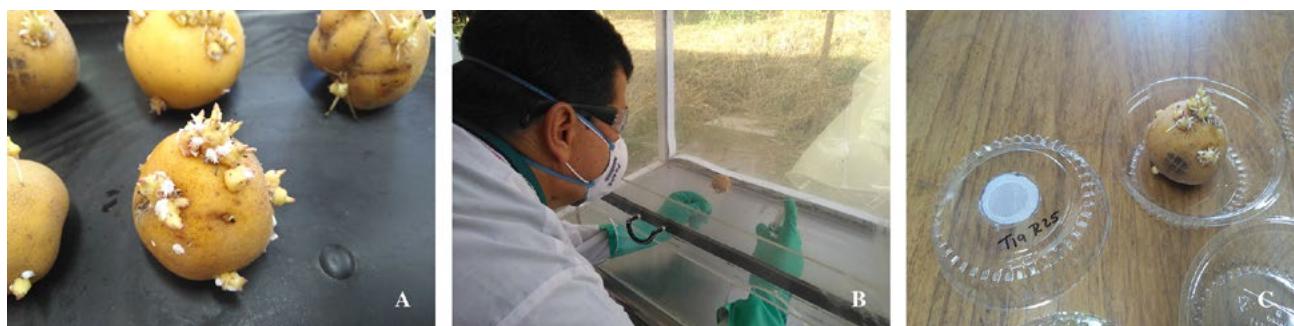


Figura 1. A. Papa infestada con *P. barberi*. B. Aspersión de los tratamientos sobre los tubérculos en estado de brotación de *S. phureja* infestada con *P. barberi*. C. Unidad de observación.

Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas de los suelos

Estación	LOTE	pH	MO (%)	A.I, cmolc/kg	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	Fecha análisis de suelo
Naranjal	Francia	4,30	11,83	1,05	54,45	14,13	31,42	FA	2/23/2023
Paraguacito	Pijao	4,70	10,59	2,24	59,89	16,40	23,71	FA	10/6/2022

Tabla 3. Tratamientos a evaluar en condiciones de campo

Sitio	Especie cochinilla harinosa	Ingrediente activo	Concentración aplicación	Método de aplicación
Estación Experimental Naranjal	<i>P. barberi</i>	Tiametoxam (TR)	0,4 g.L ⁻¹	Drench
		Dinotefuran	1,5 g.L ⁻¹	Drench
		Cyantraniliprole	5,0 cm ³ .L ⁻¹	Drench
		Pyriproxyfen + Acetamiprid	3,0 cm ³ .L ⁻¹	Drench
		Spirotetramat	4,5 cm ³ .L ⁻¹	Foliar
		Extractos vegetales ADNTRI3 (<i>Cymbopogon citratus</i> ; <i>Ammothamnus sp.</i> y <i>Pongamia pinnata</i>)	4,0 cm ³ .L ⁻¹	Drench
		Agua (TA)		Drench
Estación Experimental Paraguacito	<i>Dysmicoccus</i> sp.	Tiametoxam (TR)	0,4 g.L ⁻¹	Drench
		Dinotefuran	1,5 g.L ⁻¹	Drench
		Extractos vegetales ADNTRI3 (<i>Cymbopogon citratus</i> ; <i>Ammothamnus sp.</i> y <i>Pongamia pinnata</i>)	4,0 cm ³ .L ⁻¹	Drench
		Spirotetramat	4,5 cm ³ .L ⁻¹	Foliar
		Hidróxido de calcio	40,0 g.L ⁻¹	Drench
		Agua (TA)		Drench

TR: testigo relativo

TA: testigo absoluto

propuesto a partir de un modelo lineal generalizado, asumiendo una distribución binomial para la variable de respuesta con función de enlace logit. Posteriormente se utilizó una prueba de contrastes ortogonales para identificar los tratamientos que fueron iguales o superiores al testigo relativo y luego una comparación entre los tratamientos insecticidas, diferentes al testigo relativo, con ajuste de Tukey Kramer. Adicionalmente, con los insecticidas que fueron diferentes estadísticamente al testigo absoluto o con los que mostraron mayor potencial de control, se determinó su eficacia teniendo en cuenta la reducción de número de individuos vivos por planta.



Figura 2. Aplicación en drench con aspersora modificada para el control de *P. barberi*.



Figura 3. Infestación de *Dysmicoccus* sp. con secciones de fruto de *C. moschata*



Figura 4. Aplicación de tratamientos A. Drench, a la base del tallo, con aspersora modificada. B. Hidróxido de calcio en drench con jeringa, a la base del tallo. C. Spirotetramat aplicado en aspersión al follaje con aspersora convencional.

Resultados y discusión

Selección de insecticidas que ocasionaron una mortalidad mínima del 80 % en *P. barberi* bajo condiciones de laboratorio. Cinco insecticidas arrojaron una mortalidad superior al 80 % (Tabla 4); tres de ellos de síntesis química, destacando que dinotefuran, acetamiprid (en mezcla con el pyriproxyfen) y cyantraniliprole tienen acción sistémica; siendo los dos primeros neonicotinoides. El control con la mezcla acetamiprid más pyriproxyfen se debió al neonicotinoide, por cuanto pyriproxyfen, individualmente, no ejerció control. En el caso de los insecticidas sistémicos que ocasionaron mortalidad por debajo del 80 %, chlorantraniliprole y el spirotetramat, se debe indicar que el primero, a pesar de ser una diamida antranílica como el cyantraniliprole, posiblemente influya el tipo de formulación; el chlorantraniliprole viene en una suspensión concentrada (SC), donde la molécula está en un medio acuoso, cyantraniliprole, es formulación OD, lo que significa que el ingrediente activo está en un medio oleoso, lo que permitiría una mejor penetración que la formulación SC en el material vegetal o causar un efecto coadyuvante, lavando la capa cerosa de la cochinilla harinosa. En cuanto al spirotetramat, su acción sistémica e insecticida es principalmente sobre estados juveniles (Nauen et al., 2008), en esta investigación parte de los estados tratados de *P. barberi* fueron adultos; posiblemente esta condición afectó la eficacia del insecticida.

Los resultados también mostraron dos productos de origen botánico con una mortalidad por encima del 80 %. El primero fue la formulación comercial, mezcla de los extractos vegetales *C. citratus*, *Ammothamnus* sp. y *P. pinnata*. Estudios con *C. citratus*, encontraron, sobre *Sitophilus oriae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), una mortalidad del 100 % a los cuatro días del tratamiento (Uwamose et al., 2017); en granos almacenados, se obtuvo una mortalidad entre el 61 % y 85 % de *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae) (Alves et al., 2019); Johnson et al. (2021), indican que este compuesto afecta en los insectos la actividad de la acetilcolinesterasa (AChE), lo cual le confiere un potencial insecticida importante. Trabajos con *Sophora alopecuroides* L. (Fabaceae) sobre áfidos (Hemiptera: Aphididae), mostraron una eficacia alrededor del 80 % (Ma et al., 2018); a su vez; con *P. pinnata* aplicado sobre la termita subterránea *Coptotermes heimi* (Wasmann) (Blattodea: Rhinotermitidae), registró una mortalidad del 41 % y una repelencia del 100 % (Ahmed et al., 2022). El segundo producto botánico fue el oleato de cafeína, un insecticida desarrollado en Cenicafé para controlar diversas plagas del cultivo del café como *Monalonion velezangeli* Carvalho and Costa, 1988 (Hemiptera: Miridae) donde produjo una mortalidad del 100 % (Góngora et al., 2023).

En general, los productos que tuvieron una mortalidad inferior al 80 % son de acción por contacto, posiblemente esta característica, la concentración de aplicación seleccionada, el tipo de formulación que no logra una buena penetración de la capa cerosa que cubre a los insectos, afectó la eficacia de estos insecticidas, ello estaría en concordancia con lo expuesto por autores como Mani y Shivaraju (2016b). Se presentaron pérdidas de algunas UO (alrededor del 13,0 %), esto se debió a contaminación por hongos saprófitos y descomposición temprana del material vegetal de papa amarilla *S. phureja*.

Control de *P. barbieri* en cafetales menores a un año de edad

Dado que el análisis de varianza mostró efecto de tratamientos ($p < 0,001$) para la variable número de individuos vivos por planta infestada, se aplicó la prueba de contrastes ortogonales, los resultados mostraron que todos los insecticidas en algún grado ejercieron control sobre *P. barbieri*. Sin embargo, solo el dinotefuran y la mezcla de extractos vegetales, fueron similares al insecticida tiametoxam (Tabla 5), que es el recomendado para el control de *P. barbieri*. La variable plantas infestadas, para estos tres insecticidas, indica que entre el 38 % y el 67 % de las plantas quedan libres de la presencia del insecto; estos tres insecticidas tuvieron una eficacia en campo superior al 70 %. En cuanto a los insecticidas pyriproxyfen más acetamiprid, cyantraniliprole y spirotetramat, la variable número de individuos vivos por planta, indicó que entre ellos el control sobre la cochinilla fue similar (Tabla 6); por tal razón, ante una necesidad de continuar la búsqueda de alternativas de control, estos tres insecticidas pueden ser evaluados modificando algunos parámetros de aplicación. En el caso de cyantraniliprole, habiendo ocasionado una mortalidad en laboratorio cercana al 90 % (Tabla 4), en campo, el control no fue el esperado, gracias a su movilidad y baja tasa de degradación en el suelo ejerce buen control sobre algunas plagas (Kolupaeva et al., 2019; Kumar & Gupta, 2020); sin embargo, algunas propiedades fisicoquímicas del suelo como pH acido, alto contenido de arcilla o de materia orgánica (m.o.), reducen la acción de la molécula (Cao et al., 2023). En el caso del presente estudio, como se observa en la Tabla 2, el análisis de suelos indicó contenidos de m.o. superiores al 10 % y pH 4,0; condiciones que pudieron afectar el desempeño de cyantraniliprole. Sobre la mezcla pyriproxyfen más acetamiprid, el control en laboratorio no se reflejó en campo, es posible que el tipo de formulación (concentrado soluble - SL) del producto comercial haya influido en su eficacia; sin embargo, otros factores como la concentración de aplicación o las propiedades químicas del suelo también pudieron afectar el rendimiento del insecticida.

Evaluación de insecticidas para el control de *Dysmicoccus* sp. en almácigo

El análisis de varianza indicó efecto de tratamientos ($p < 0,001$) y de acuerdo con la prueba de contrastes ortogonales, los insecticidas dinotefuran, extractos vegetales y spirotetramat, mostraron control sobre *Dysmicoccus* sp. (Tabla 5). Dinotefuran fue el único que tuvo un desempeño consistente, tanto al día 30 como al 60, similar estadísticamente al testigo relativo, tiametoxam, presentando tanto el menor número de individuos vivos por planta, como el menor porcentaje de plantas infestadas; además, con una eficacia superior al 98 % en ambos momentos de evaluación.

En cuanto al extracto vegetal, al día 30 y 60 de evaluación tuvo control; sin embargo, fue estadísticamente inferior a dinotefuran, aunque con una eficacia superior al 80 % y poco más de 70 % de plantas sin infestación de la cochinilla harinosa hasta los dos meses de la aplicación; por lo tanto, dadas sus características biorracionales, bajo impacto ambiental y posibilidad de uso por caficultores que manejan cultivos orgánicos, vale la pena ser tenida en cuenta y continuar los estudios con este producto. Si bien, no se encontraron otros registros sobre el control de estas dos especies de cochinillas con el extracto vegetal en mención, los resultados concuerdan

con investigaciones realizadas en campo sobre otras plagas, por ejemplo, una formulación de *P. pinnata*, mostró controles superiores al 67 % y 71 % sobre áfidos y mosca blanca, respectivamente, entre 7 y 14 días después de la aplicación (Purkait et al., 2021); Ruiz Goez (2023). Al evaluar en aguacate el producto ADNMILBE® que contiene el extracto *Ammothamus* sp., se obtuvo sobre el ácaro rojo *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), una eficacia mayor al 85 % a los 30 días de la aplicación. Cabe indicar que estos extractos aparte de la mortalidad que ocasionan por su toxicidad, especialmente en estados inmaduros, también producen otros efectos sobre las poblaciones tratadas como repelencia, anti-alimentación, inhibición de la oviposición y eclosión de los huevos (Ahmed et al., 2022; Alves et al., 2019; Moustafa et al., 2021; Pinto et al., 2015; Reena et al., 2012), las consecuencias de estos efectos pueden verse a mediano y largo plazo, afectando la dinámica de las plagas y ello debe ser motivo de estudios posteriores.

El spirotetramat presentó control al día 30, mas no al día 60, con una eficacia superior a 60 % en la primera evaluación; la adición de cierto tipo de coadyuvantes permitiría a la planta una mayor toma del ingrediente activo aplicado, con lo cual, mejoraría el desempeño del insecticida (Gaskin et al., 2010); en esta investigación, el spirotetramat fue aplicado solo con agua, por tal razón, la cantidad de insecticida que llegó a la raíz pudo no ser suficiente para lograr un mayor control. Por otro lado, las cochinillas harinosas de las raíces se alimentan de los nutrientes que están en el floema o en el mesófilo o en ambos (Mani & Shivaraju, 2016a); en consecuencia, insecticidas que actúan vía floema, como el caso spirotetramat, tendrían potencial de uso para el control de este tipo de plagas; sin embargo, el presente estudio no lo pudo comprobar; aparte de lo discutido anteriormente, cabe también la posibilidad que en el caso tanto de *Dysmicoccus* sp. como de *P. barbieri*, la vía de alimentación no sea tan importante por el floema como si lo es por el mesófilo, razón por la cual, insecticidas que se aplican al suelo y que tienen efecto traslaminar o que su formulación les permite llegar hasta el mesófilo, resultan más eficaces que insecticidas que se transportan por el floema. Teniendo en cuenta que el spirotetramat al actuar vía floema, se aplica por aspersión foliar, con lo cual la operación es más sencilla y rápida que el drench y, además, se gasta menos volumen de mezcla; por lo tanto, el tiempo de la labor disminuye, permitiendo que la aplicación sea más económica en mano de obra. Debido a su potencial, se deberían evaluar aplicaciones de spirotetramat bajo otras condiciones de uso, por ejemplo, la aplicación con coadyuvantes que mejoren su penetración.

En cuanto al hidróxido de calcio, no se encontró efecto insecticida en ambos momentos de evaluación, por el contrario, la diferencia estadística entre este producto y el testigo absoluto a los dos meses indicó que la aplicación de este mineral puede favorecer el desarrollo de *Dysmicoccus* sp.; no obstante, se requieren mayores estudios que lo confirmen.

Al analizar el comportamiento de la variable plantas infestadas en los dos ensayos, se observa que aún con los insecticidas más eficaces (tiametoxam y dinotefuran), quedó entre el 12 % y 44 % de plantas con individuos vivos; por lo tanto, es necesario estudiar para estas poblaciones remanentes y las generaciones sucesivas, como mejorar la eficacia o el tiempo de control de los insecticidas, considerando las propiedades fisicoquímicas de los suelos, el aumento de las concentraciones aplicadas, el uso de otro tipo de formulaciones o de

coadyuvantes; así como el estudio de otras prácticas de control que puedan ser incluidas en el manejo integrado de la plaga.

Finalmente, los resultados obtenidos en el presente estudio, concuerdan con lo registrado por otros autores, quienes afirman que los productos más recomendados para el control de las cochinillas harinosas de las raíces son insecticidas de acción sistémica, preferiblemente del grupo de los neonicotinoides (Mani & Shivaraju, 2016b; J. C. Souza et al., 2007);

no obstante, como se indicó previamente, el uso de una buena parte de los insecticidas de este grupo, es actualmente restringido o prohibido por diversos países compradores de café, por sellos de café sostenible y códigos de conducta (Bryant Christie Inc. & CropLife International, 2024; Rainforest Alliance, 2024; Riedel, 2022), con lo cual, es necesario el desarrollo e investigación de nuevas moléculas insecticidas o productos biorracionales.

Tabla 4. Porcentaje de mortalidad en laboratorio de *P. barberi* a los 10 días de aplicación.

Ingrediente Activo	N	Promedio de Mortalidad (%)	EE ^a	Pr>t
Dinotefuran 1,0 g.L ⁻¹	27	100,0	0,00	<0,0001*
Pyriproxyfen + Acetamiprid 2,0 cm ³ .L ⁻¹	28	95,8	1,59	<0,0001*
Extracto vegetal ADNTRI3 2,5 cm ³ .L ⁻¹	27	93,8	2,26	<0,0001*
Oleato de cafeína 73 cm ³ .L ⁻¹	23	92,0	1,73	<0,0001*
Cyantraniliprole 5,0 cm ³ .L ⁻¹	25	88,8	2,17	0,0002*
Spirotetramat 3,0 cm ³ .L ⁻¹	21	74,1	4,11	0,916
Flonicamid 1,5 g.L ⁻¹	28	59,8	4,20	1,000
Extracto de <i>Tithonia diversifolia</i> 7,5 cm ³ .L ⁻¹	24	46,9	3,32	1,000
Extracto de ruda 10 cm ³ .L ⁻¹	27	45,7	3,94	1,000
<i>B. bassiana</i> 2,5 g.L ⁻¹	26	40,8	4,28	1,000
Tebufenozide 1,5 cm ³ .L ⁻¹	26	40,4	4,23	1,000
Extractos vegetales de <i>S. japonica</i> - <i>Tea</i> sp. 1,5 cm ³ .L ⁻¹	27	40,0	3,39	1,000
Aceite vegetal + Sales de Potasio 20 cm ³ .L ⁻¹	27	33,9	2,66	1,000
Extracto <i>Azadiractina</i> 3,0 g.L ⁻¹	28	32,0	2,70	1,000
Chlorantraniliprole 2,5 cm ³ .L ⁻¹	24	31,6	4,43	1,000
Ciromazina 2,5 g.L ⁻¹	27	30,8	4,30	1,000
Hidróxido de calcio 40 g.L ⁻¹	28	30,0	2,34	1,000
Pyriproxyfen 2,5 g.L ⁻¹	28	13,3	1,83	1,000
Agua	25	17,0	2,15	1,000

Error estándar ^a

* Tratamientos con mortalidad promedio superior al 80% según Prueba t al 5%

Tabla 5. Número de plantas, porcentaje de plantas infestadas, promedio y error estándar de individuos vivos por planta, prueba de diferencias y eficacia de tratamientos, por especie y día de evaluación.

Especie cochinilla harinosa	Tratamiento	Día Evaluación	Número Plantas			Plantas Infestadas (%)	Individuos vivos por planta infestada			Eficacia ^d
			SIV ^a	CIV ^b	Total		Media	EE ^c	Pt > t	
<i>P. barberi</i>	Agua (TA)	14	11	43	54	79,6	20,33	3,35	-	
	Tiametoxam (TR)		31	24	55	43,6	6,17	0,98	<0,0001*	83 %
	Dinotefuran		37	18	55	32,7	6,56	1,41	<0,0001*	86 %
	Pyriproxyfen + Acetamiprid		13	42	55	76,4	11,14	1,83	0,0016*	0,0074**
	Extracto vegetal ADNTRI3		21	34	55	61,8	6,94	1,02	<0,0001*	60,50
	Spirotetramat		9	46	55	83,6	13,04	1,66	0,0172*	0,0006**
	Cyantraniliprole		13	41	54	75,9	12,49	1,92	0,0111*	0,0015**
<i>Dysmicoccus</i> sp.	Agua (TA)	30	11	43	54	79,63	13,12	4,58	-	
	Tiametoxam (TR)		40	12	52	23,08	1,08	0,08	<0,0001*	98 %
	Dinotefuran		44	8	52	15,38	1,38	0,26	<0,0001*	70,29
	Extracto vegetal ADNTRI3		38	14	52	26,92	3,14	0,82	<0,0001*	0,0401**
	Spirotetramat		22	30	52	57,69	7,13	1,87	0,0172*	<0,0001**
	Hidróxido de Calcio		18	34	52	65,38	17,15	3,99	0,2741	<0,0001**
	Agua (TA)		9	43	52	82,69	20,19	5,15		
	Tiametoxam (TR)	60	41	11	52	21,15	1,36	0,15	<0,0001*	98 %
	Dinotefuran		46	6	52	11,54	1,50	0,34	<0,0001*	0,9038
	Extracto vegetal ADNTRI3		36	16	52	30,77	9,19	3,83	0,0387*	0,0013**
	Spirotetramat		11	41	52	78,85	25,44	6,76	0,4126	<0,0001**
	Hidróxido de Calcio		15	37	52	71,15	39,51	10,83	0,0214*	<0,0001**

^aSIV: número de plantas sin individuos vivos.

^bCIV: número de plantas con individuos vivos.

^cError estándar

^dEficacia de control corregida por la fórmula de Abbott.

* De acuerdo con la prueba de contrastes ortogonales, indica diferencias significativas con respecto al TA para cada especie y días de evaluación, $\alpha = 0,05$.

** De acuerdo con la prueba de contrastes ortogonales, indica diferencias significativas con respecto al TR para cada especie y días de evaluación, $\alpha = 0,05$.

Tabla 6. Análisis de modelos lineales generalizados con ajuste de Tukey Kramer, para la variable número de individuos vivos de *P. barbieri* por planta, en tratamientos con control inferior al testigo relativo.

Grupo	Tratamiento	Media	*
Control inferior al TR	Pyriproxyfen + Acetamiprid	11,14	a
	Cyantraniliprole	12,49	a
	Spirotetramat	13,04	a

*Letras no comunes indican diferencias estadísticamente significativas al 5 %,

Conclusiones

El insecticida de síntesis química, dinotefuran y la formulación mezcla de extractos vegetales de *Ammothamnus* sp., *Cymbopogon citratus*, y *Pongamia pinnata* en concentraciones de 1,5 y 4,0 g.L⁻¹ de agua respectivamente, tienen una eficacia similar sobre la cochinilla gigante *P. barbieri* que las aplicaciones del ingrediente activo tiame toxam, insecticida recomendado para el control de esta plaga. La evaluación de estos insecticidas sobre la cochinilla harinosa *Dysmicoccus* sp., confirmaron los resultados, por lo tanto, ambos productos son alternativas para el manejo de estas especies.

La mezcla de extractos vegetales es una alternativa en agricultura orgánica.

A través del tiempo, dinotefuran tuvo un control similar a tiame toxam; sin embargo, se debe conocer el máximo tiempo de control de este insecticida, así como el de la mezcla de extractos vegetales.

Referencias

- Ahmed, S., Tabassum, M. H., & Hassan, B. (2022). Evaluation of antitermite properties of wood extracts from *Pongamia pinnata* (L.) Pierre (Leguminosae) against subterranean termites. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94, e20190591. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220190591>
- Alves, M. de S., Campos, I. M., Brito, D. de M. C. de, Cardoso, C. M., Pontes, E. G., & Souza, M. A. A. de. (2019). Efficacy of lemongrass essential oil and citral in controlling *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae), a post-harvest cowpea insect pest. *Crop Protection*, 119, 191-196. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.02.007>
- Arcila-Moreno, A. (2015). *Cómo modificar una aspersora de palanca para controlar las cochinillas de las raíces*. Instructivo. Cenicafe. https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/cartillas/como_modificar_una_aspersora_de_palanca_para_controlar_las_cochinillas_de
- Benavides Machado, P., Gil-Palacio, Z. N., Constantino Chuaire, L. M., Villegas García, C., & Giraldo-Jaramillo, M. (2013). Plagas del café: Broca, minador, cochinillas harinosas, araña roja y monalonion. En S. M. Marín (Ed.), *Manual cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 2, pp. 215-260). Federación Nacional de Cafeteros-Cenicafe.
- Bryant Christie Inc. & CropLife International. (2024). *Monitoreo de renovación de pesticidas de la UE. 30 de noviembre de 2024 (p.12)*. <https://croplife.org/wp-content/uploads/2025/01/Monitoreo-de-Renovacion-de-Pesticidas-de-la-UE-SP-Diciembre-2024.pdf>
- Caballero, A., Ramos-Portilla, A. A., Gil, Z. N., & Benavides, P. (2018). Insectos escama (Hemiptera: Coccoidea) en raíces de café de Norte de Santander y Valle del Cauca, Colombia y descripción de una nueva especie. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 120-128. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-04882018000100120&script=sci_arttext
- Caballero, A., Ramos-Portilla, A. A., Suárez-González, D., Serna, F., Gil, Z. N., & Benavides, P. (2019). Los insectos escama (Hemiptera: Coccoidea) de raíces de café (*Coffea arabica* L.) en Colombia, con registros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en asociación. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(1), 69-92. https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num1_art:1250
- Cao, D., Zhang, Y., Fu, X., Wang, F., Wei, H., Zhou, Q., Huang, Y., & Peng, W. (2023). Uptake, translocation, and distribution of cyantraniliprole in a wheat planting system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(13), 5127-5135. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c08802>
- Caparroz, K. C., Hata, F. T., Hoshino, A. T., Gibellato, G. H., Muniz, J. A. de O., Torres, M. E. dos A. de, & Pasini, A. (2023). Mortalidade e comportamento de *Neopamera bilobata* (Hemiptera: Rhyparochromidae) submetido ao inseticida à base de *Sophora flavescens*. *Semina: Ciências Agrárias*, 44(2), 911-920. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2023v44n2p911>
- Gaskin, R. E., Horgan, D. B., van Leeuwen, R. M., & Manktelow, D. W. (2010). Adjuvant effects on the retention and uptake of spirotetramat insecticide sprays on kiwifruit. *New Zealand Plant Protection*, 63, 60-65. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2010.63.6569>
- Gil Palacio, Z. N., Benavides Machado, P., & Villegas García, C. (2015). Manejo integrado de las cochinillas de las raíces del café. *Avances Técnicos Cenicafe*, 459, 1-8. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0459.pdf>
- Giraldo-Jaramillo, M. (2021). Cría en el laboratorio de *Puto barbieri* Cockerell, 1895 (Hemiptera: Putoidae) sobre tubérculos de *Solanum phureja*. *Revista Cenicafe*, 72(2), 41-49. <https://doi.org/10.38141/10778/72203>
- Góngora, C. E., Tapias, J., Jaramillo, J., Medina, R., González, S., Restrepo, T., Casanova, H., & Benavides, P. (2023). A novel caffeine oleate formulation as an insecticide to control coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, and other coffee pests. *Agronomy*, 13(6), 1554. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061554>
- Gratereaux B., W. V. (2009). *Potencial del uso de hongos entomopatógenos para el control de cochinilla (Dysmicoccus brevipes) en producción orgánica de piña (Ananas comosus)* [Magister Scientiae en Agricultura Ecológica, CATIE]. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3439/Potencial_del_uso_de_hongos_entomopatogenos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gullan, P. J., & Martin, J. H. (2009). Sternorrhyncha (jumping plant lice, whiteflies, aphids, and scale insects). En *Encyclopedia of insects* (pp. 1079-1089). Academic Press.
- Johnson, T. O., Ojo, O. A., Ikiriko, S., Ogunkua, J., Akinyemi, G. O., Rotimi, D. E., Oche, J.-R., & Adegboyega, A. E. (2021). Biochemical evaluation and molecular docking assessment of *Cymbopogon citratus* as a natural source of acetylcholine esterase (AChE)-targeting insecticides. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 28, 101175. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2021.101175>
- Kodandaram, M., Kumar, Y. B., Rai, A., & Singh, B. (2016). An overview of insecticides and acaricides with new chemistries for the management of sucking pests in vegetable crops. *Vegetable Science*, 43(1), 1-12. <https://isvsvegsci.in/index.php/vegetable/article/download/768/589>
- Kolupaeva, V. N., Kokoreva, A. A., Belik, A. A., & Pletenev, P. A. (2019). Study of the behavior of the new insecticide cyantraniliprole in large lysimeters of the Moscow State University. *Open Agriculture*, 4(1), 599-607. <https://doi.org/10.1515/opag-2019-0057>
- Kumar, N., & Gupta, S. (2020). Persistence and degradation of cyantraniliprole in soil under the influence of varying light sources, temperatures, moisture regimes and carbon dioxide levels. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 55(12), 1032-1040. <https://doi.org/10.1080/03601234.2020.1808416>

- Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Warner, D. J., & Green, A. (2024). Spirotetramat (Ref: BYI 08330) [Dataset]. PPDB: Pesticide Properties DataBase. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/1119.htm>
- Łozowicka, B., Mojsak, P., Kaczyński, P., Konecki, R., & Borusiewicz, A. (2017). The fate of spirotetramat and dissipation metabolites in *Apiaceae* and *Brassicaceae* leaf-root and soil system under greenhouse conditions estimated by modified QuECHERS/LC-MS/MS. *Science of the Total Environment*, 603-604, 178-184. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.046>
- Luppichini, P., Olivares P., N., & Montenegro M., J. (2013). *Guia de campo: Plagas del palto y sus enemigos naturales*. La Cruz, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, no. 239. 108 p. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstreams/6dfe678e-0a5a-4a54-98db-0fd8d17f737a/download>
- Ma, T., Yan, H., Shi, X., Liu, B., Ma, Z., & Zhang, X. (2018). Comprehensive evaluation of effective constituents in total alkaloids from *Sophora alopecuroides* L. and their joint action against aphids by laboratory toxicity and field efficacy. *Industrial Crops and Products*, 111, 149-157. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.021>
- Mani, M., & Shivaraju, C. (2016a). Damage. En M. Mani & C. Shivaraju (Eds.), *Mealybugs and their management in agricultural and horticultural crops* (pp. 117-122). Springer India. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2677-2>
- Mani, M., & Shivaraju, C. (2016b). Methods of Control. En M. Mani & C. Shivaraju (Eds.), *Mealybugs and their management in agricultural and horticultural crops* (pp. 209-222). Springer India. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2677-2>
- Manjushree, G., & Chellappan, M. (2019). Evaluation of entomopathogenic fungus for the management of pink mealybug, *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) on pineapple in Kerala. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(1), 1215-1222. <https://www.entomoljournal.com/archives/2019/vol7issue1/PartT/7-1-231-723.pdf>
- Miranda Vindas, A., & Blanco Metzler, H. (2013). Control de *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae), en el fruto de piña, San Carlos, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 37(1), 103-111. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-9424013000100008&script=sci_arttext
- Moustafa, M. A. M., Awad, M., Amer, A., Hassan, N. N., Ibrahim, E.-D. S., Ali, H. M., Akrami, M., & Salem, M. Z. M. (2021). Insecticidal activity of lemongrass essential oil as an eco-friendly agent against the black cutworm *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects*, 12(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/insects12080737>
- Nauen, R., Reckmann, U., Thomzik, J., & Thielert, W. (2008). Biological profile of spirotetramat (Movento) - A new two way systemic (amimobile) insecticide against sucking pests. *Bayer CropScience Journal*, 61, 245-278.
- Pinto, Z. T., Sánchez, F. F., Santos, A. R. dos, Amaral, A. C. F., Ferreira, J. L. P., Escalona-Arranz, J. C., & Queiroz, M. M. de C. (2015). Chemical composition and insecticidal activity of *Cymbopogon citratus* essential oil from Cuba and Brazil against housefly. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 24, 36-44. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612015006>
- Plata-Rueda, A., Martínez, L. C., Rolim, G. da S., Coelho, R. P., Santos, M. H., Tavares, W. de S., Zanuncio, J. C., & Serrão, J. E. (2020). Insecticidal and repellent activities of *Cymbopogon citratus* (Poaceae) essential oil and its terpenoids (citral and geranyl acetate) against *Ulomoideas dermestoides*. *Crop Protection*, 137, 105299. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105299>
- Purkait, A., Mukherjee, A., Hazra, D. K., Roy, K., Biswas, P. K., & Kole, R. K. (2021). Encapsulation, release and insecticidal activity of *Pongamia pinnata* (L.) seed oil. *Heliyon*, 7(3), e06557. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06557>
- Rainforest Alliance. (2024). Annex Chapter 4: Farming Document SA-S-SD-22 Version 1.1 English (p.28). Rainforest Alliance. <https://www.rainforest-alliance.org/resource-item/annex-chapter-4-farming/>
- Reena, Ram Singh, & Sinha Bk. (2012). Evaluation of *Pongamia pinnata* seed extracts as an insecticide against american bollworm *Helicoverpa armigera* (Hubner). *International Journal of Agriculture Sciences*, 4(6), 257-261. <https://doi.org/10.9735/0975-3710.4.6.257-261>
- Riedel, S. (2022). 4CPesticideLists.Version 4.1(p.14).https://www.4cservices.org/wp-content/uploads/2023/03/11.01.2023_4CPesticide-Lists.pdf
- Ripa, R., Larral, P., Luppichini, P., Guajardo, V., & Rojas, S. (2008). Plagas del palto y cítricos en Chile, Capítulo 8: Chanchitos blancos. En *Manejo de plagas en paltos y cítricos* (pp. 180-205). Colección Libros INIA - No 23.
- Ruiz Goez, D. (2023). *Acción acaricida de un extracto vegetal de producción comercial, sobre el control de la araña roja (*Oligonychus yothersi*) en cultivo de Aguacate (*Persea americana*) Var. Hass*. [Programa Agronomía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA]. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/57765>
- Santa-Cecília, L. V. C., Souza, B., Prado, E., de Souza, J. C., & Fornazier, M. J. (2007). Cochonilhas-farinhetas em cafeeiros: Reconhecimento e controle. *Circular Técnica EPAMIG*, 8, 4.
- Souza, B., Santa-Cecília, L. V. C., Prado, E., & Souza, J. C. de. (2008). Cochonilhas-farinhetas (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em Minas Gerais. *Coffee Science, Lavras*, 3(2), 104-107. <https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/download/80/163/355>
- Souza, J. C. de, Reis, P. R., Ribeiro, J. A., Santa-Cecília, L. V. C., & Silva, R. A. (2007). Chemical control of the coffee root mealybug *Dysmicoccus texensis* (Tinsley, 1900) in coffee plants (*Coffea arabica* L.). *Coffee Science, Lavras*, 2(1), 29-37. <https://sbicafe.ufv.br/server/api/core/bitstreams/04a38517-450c-49a6-9bbd-e138af6d1f18/content>
- Stepanycheva, E. A., Petrova, M. O., Chermenskaya, T. D., & Pavleva, R. (2014). Prospects for the use of *Pongamia pinnata* oil-based products against the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Psyche: A Journal of Entomology*, 2014, e705397. <https://doi.org/10.1155/2014/705397>
- Usharani, K., Naik, D., & Manjunatha, R. (2019). *Pongamia pinnata* (L.): Composition and advantages in agriculture: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 2181-2187. <https://www.phytojournal.com/archives/2019/vol8issue3/PartAC/8-1-586-133.pdf>
- Uwamose, M. O., Nmor, J. C., Okulogbo, B. C., & Ake, J. E. (2017). Toxicity of lemon grass *Cymbopogon citratus* powder and methanol extract against rice weevil *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Coastal Life Medicine*, 5(3), 99-103. <https://doi.org/10.12980/jclm.5.2017j6-279>
- Vásquez, O. L. (2000). *Manejo de cochinilla (*Dysmicoccus brevipes*) en el cultivo de piña orgánica en la zona del Lago de Yojoa, Honduras* [PhD Thesis, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2943/1/T1125.pdf>
- Villegas-García, C., & Benavides-Machado, P. (2011). Identificación de cochinillas harinosas en las raíces de café en departamentos cafeteros de Colombia. *Revista Cenicafé*, 62(1), 48-55. [https://www.cenicafe.org/es/documents/Rev_62\(1\)_art_4_Cochinillas.pdf](https://www.cenicafe.org/es/documents/Rev_62(1)_art_4_Cochinillas.pdf)
- Villegas-García, C., Zabala E., G. A., Ramos P., A. A., & Benavides-Machacho, P. (2009). Identificación y hábitos de cochinillas harinosas asociadas a raíces del café en Quindío. *Revista Cenicafé*, 60(4), 362-373. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/153/1/arc060%2804%29362-373.pdf>

Origen y financiamiento

La presente investigación, corresponde al proyecto ENT105011 financiado con recursos de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC)-Cenicafé.

Contribución de los autores

Aníbal Arcila-Moreno, fue responsable de la dirección, diseño, supervisión del trabajo experimental, recolección de las muestras en el campo, revisión de resultados, procesamiento de datos e imágenes, búsqueda bibliográfica y redacción del artículo. Zulma Nancy Gil-Palacio, apoyó con la recolección de las muestras en el campo, cría de insectos e identificación taxonómica del material biológico citado. Marisol Giraldo-Jaramillo, participó en la cría de insectos. Pablo Benavides-Machado contribuyó en la construcción del proyecto de investigación, realizó ajustes a la metodología, seguimiento al registro de la información. Rubén Medina, colaboró con el diseño, análisis e interpretación estadística. Todos los autores revisaron y aportaron al manuscrito final.

Conflicto de intereses

Todos los autores están de acuerdo y expresan que no hay conflictos de intereses en este estudio.