

**Uso de aceites esenciales para el manejo de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en el cultivo de cocotero**  
**Use of essential oils for the management of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in coconut cultivation**

**Autores:**

Ing. Alexei Lara-Millares<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-3639-8554>

Dr. C. Geysler Flores-Galano<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-0336-7962>

Ing. Gretsín Utría-Savón<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0009-8458-8174>

Ing. Vivian Milagros del Pino-Mora<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-3691-2143>

MSc. Benito Monroy-Reyes<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4162-0770>

**Organismos:** <sup>1</sup>Unidad de Desarrollo e Investigación-Centro de Estudios de Tecnologías Agropecuarias y Forestales (UDI-CETAF). Facultad Agroforestal (FAF). Universidad de Guantánamo (UG), Cuba. <sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez, 2100, Predio Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México

**E-mail:** [alexeilm94@gmail.com](mailto:alexeilm94@gmail.com)

**Fecha de recibido:** 3 may. 2023

**Fecha de aprobado:** 30 jun. 2023

**Resumen**

La presencia de *Raoiella indica* en las plantaciones de *Cocos nucifera* en Baracoa motivó el interés en investigar alternativas para el manejo de esta plaga exótica invasora, a partir de las afectaciones causadas en otras regiones. Por eso el objetivo de este estudio es determinar la acción de los aceites esenciales para el manejo de *R. indica* en el cultivo del cocotero. Para ello se evaluó el efecto traslaminar y residual que presentan estas alternativas biológicas en la fase de huevo y hembras adultas en condiciones de laboratorio y se determinó la concentración letal del 50%. Como resultado se obtuvo que los aceites de *Thymus vulgaris* y *Melaleuca quinquenervia* presentaron baja actividad traslaminar frente a hembras; pero sí se logró una alta residualidad tanto en hembras, como en la fase de huevo. Donde el aceite de tomillo alcanzó la mayor residualidad, ya que, provocó la mortalidad a una menor concentración.

**Palabras clave:** *Raoiella indica*; Concentración; *Thymus vulgaris*; *Melaleuca quinquenervia*; Dosis; Efecto residual.

**Abstract**

The presence of *Raoiella indica* in *Cocos nucifera* plantations in Baracoa motivated interest in investigating alternatives for the management of this invasive exotic pest, based on the effects caused in other regions. Therefore, the objective of this study is to determine the action of essential oils for the management of *R. indica* in coconut cultivation. To this end, the translaminar and residual effect that these biological alternatives present in the egg phase and adult females was evaluated under laboratory conditions and the lethal concentration of 50% was determined. As a result, it was obtained that *Thymus vulgaris* and *Melaleuca quinquenervia* oils presented low translaminar activity against females; but a high residuality was achieved both in females and in the egg phase. Where thyme oil reached the highest residuality, since it caused mortality at a lower concentration.

**Keywords:** *Raoiella indica*; Concentration; *Thymus vulgaris*, *Melaleuca quinquenervia*; Dose; Effect residual.

## **Introducción**

Los ácaros son el segundo grupo de artrópodos más grande después de los insectos. Al terminar la Segunda Guerra Mundial, el medio natural se vio seriamente afectado por plaguicidas, lo que provocó que los ácaros dañinos se convirtieran en plagas principales (en lugar de secundarias). Debido a su pequeño tamaño, su rápida reproducción y su gran capacidad de adaptación, los ácaros agrícolas constituyen una grave amenaza para el desarrollo de la industria agrícola y forestal (Wang *et al.*, 2021).

En las Américas, *Raoiella indica* Hirst. no sólo se extendió rápidamente, en grandes poblaciones, sino que también amplió su gama de huéspedes, al atacar varias especies de palmeras exóticas o nativas (*Arecaceae*) y plantas de varias familias de monocotiledóneas, como *Cannaceae*, *Cycadaceae*, *Heliconiaceae*, *Musaceae*, *Pandanaceae*, *Strelitziaceae* y *Zingiberaceae* (da Cruz *et al.*, 2023; de Souza *et al.*, 2023; Joshi *et al.*, 2023).

El ciclo vital completo de *R. indica* depende de temperaturas entre 20 y 30 °C (Fidelis *et al.*, 2019), lo que también se comprueba en estudios de dinámica poblacional (Flores, 2018). Los estudios de biología y tabla de vida son muy importantes para definir posibles alternativas de manejo de dicho ácaro (Flores-Galano *et al.*, 2018).

Los estudios de la biología de *R. indica* efectuados en varios países han mostrado que el crecimiento de los parámetros poblacionales, así como su tasa de desarrollo, longevidad y fecundidad, dependen de las condiciones ambientales y las plantas hospedantes. Estos resultados imponen la necesidad de conocer su comportamiento biológico en las condiciones ambientales imperantes en nuestro país, las cuales son idóneas para el desarrollo de dicho ácaro (Flores-Galano *et al.*, 2018).

El ácaro rojo del cocotero tiene cuatro fases de desarrollo (huevo, larva, dos estados ninfales y adulto). Los cambios de fases después de la eclosión del huevo están dados por la presencia de la exuvia o muda. Los huevos, por lo general, se encuentran en grupos y en pocas ocasiones pueden verse de forma aislada. Tienen una coloración anaranjada que se torna blanco opaco cuando están próximos a la eclosión. Las larvas poseen tres pares de patas, son de forma ovalada con una coloración rojiza, presentan tamaño pequeño y movimientos lentos (Flores-Galano *et al.*, 2018).

Los estudios de duración del desarrollo, parámetros reproductivos y su relación con los factores bióticos y abióticos son elementos fundamentales en el conocimiento de una especie y, por consiguiente, en la toma de decisión para su control, pero con mayor significación cuando se trata de especies exóticas invasoras en el país donde se introdujo (Vásquez *et al.*, 2015).

En busca de una producción agrícola verde el mayor de los retos es la transición del uso de pesticidas y fertilizantes químicos hacia la implementación de compuestos orgánicos tanto para aportes nutricionales como para el control de plagas y enfermedades (Jimenes, 2023). Por lo general, permanece la mayor parte del tiempo alimentándose hasta llegar al estado quiescente, que puede ser de 1-2 días. Acto seguido a la muda, emerge la protoninfa con cuatro pares de patas y un tamaño mayor a la larva. Los movimientos de la protoninfa son más rápidos que los de la fase anterior; se alimenta hasta entrar en el estado quiescente que

demora de 1-2,5 días. La deutoninfa es similar a la protoninfa, pero con mayor tamaño (Flores-Galano *et al.*, 2018).

El uso de plaguicidas sintéticos acarrea problemas como la generación de resistencia de la plaga ante moléculas químicas, contaminación ambiental y daños de salud humana, lo que provoca la búsqueda de otras alternativas de control (Pupiro *et al.*, 2018). El uso de material vegetal como fuente de productos botánicos para combatir plagas no es nada moderno, es tan antiguo, que, en la década de 1940, los productos botánicos eran la principal arma de control de plagas.

### **Materiales y métodos**

**Ubicación del área de estudio:** la investigación se realizó en el Laboratorio de Fitopatología y Sanidad Vegetal, de la Unidad de Desarrollo e Investigación – Centro de Estudios de Tecnologías Agropecuarias y Forestales (UDI -CETAF) de la Facultad Agroforestal (FAF) de la Universidad de Guantánamo (UG), ubicado en la Carretera a El Salvador, km 6 ½, Municipio El Salvador, provincia Guantánamo, en el periodo comprendido de febrero a octubre de 2023.

**Procedencia de los ácaros:** se estableció la cría masiva de *R. indica*, en condiciones de laboratorio, en el laboratorio de Fitopatología y Sanidad Vegetal, de la Unidad de Desarrollo e Investigación – Centro de Estudios de Tecnologías Agropecuarias y Forestales (UDI -CETAF) de la Facultad Agroforestal (FAF) de la Universidad de Guantánamo (UG), por el método de sobrevivencia de hojas de cocotero cv. Criollo (Indio verde) en placas Petri (9 cm de diámetro) con algodón humedecido. Para la selección de las hojas, se tuvo en cuenta que no presentaran lesiones por agentes nocivos. Las hojas se lavaron por el haz y el envés con agua corriente con la ayuda de un algodón, luego se secaron y se cortaron en secciones 7 cm para establecer la cría.

**Unidades experimentales:** se utilizaron placa Petri de 5 cm de diámetro con algodón humedecido, sobre el cual se colocaron secciones de hojas de cocotero cv. Criollo (Indio verde) de 1 cm<sup>2</sup>, cuyos bordes se cubrieron de algodón humedecido.

### **Alternativas para el manejo de *R. indica***

#### **Obtención de los aceites esenciales**

Los aceites esenciales se extrajeron del material vegetal fresco y no dañado por hidrodestilación con un equipo Clevenger durante tres horas, según lo establecido en la norma ISO 65-71:84. Cada aceite se secó sobre sulfato de sodio y se almacenó a 8 °C.

Los aceites vegetales de *M. quinquenervia* y *T. vulgaris* y el control con Envidor SC 24, fueron preparados con agua destilada y se le añadió la mezcla binaria (placebo), que menor mortalidad provocó en las hembras del ácaro rojo del cocotero.

Los aceites (*T. vulgaris* y *M. quinquenervia*) se evaluaron simultáneamente a una concentración de 2,5 %. Se utilizaron como control, hembras aplicadas con la mezcla binaria y Envidor. Cuando se encontró una mortalidad en el placebo inferior al 10%, se usó la fórmula de Abbott (Abbott, 1925) para corregir la mortalidad de los tratamientos; si la mortalidad del placebo fue superior al 10% se desechó el ensayo. Este procedimiento se utilizó en los restantes bioensayos realizados.

Todos los tratamientos se replicaron cuatro veces, con 25 hembras en cada placa Petri, para un total de 100 individuos por tratamientos. La mortalidad se determinó bajo un

estereomicroscopio (NOVEL) a las 24, 48 y 72 horas de efectuada la microinmersión. Se consideró muerta toda hembra que no hacía ningún movimiento cuando se tocaba con el pincel 00. Se realizó una comparación múltiple de proporciones para determinar si existen diferencias significativas entre los porcentajes de mortalidad calculados para cada aceite en los diferentes momentos de evaluación.

Al aceite más promisorio para el control de *R. indica*, a partir de la mayor concentración, se le hicieron cinco diluciones (2,5; 1,25; 0,625; 0,31 y 0,16 %) para determinar la Concentración Letal 50 % (LC<sub>50</sub>). Se utilizó un procedimiento similar al descrito en el ensayo anterior. Para el cálculo de la LC<sub>50</sub> se realizó un Análisis Probit (Finney, 1971). La existencia de diferencias significativas entre los valores de LC<sub>50</sub> se determinó por la comparación de los intervalos de confianza al 95%, computados por el programa POLO. Los ensayos se realizaron en condiciones de laboratorio, a 22±32°C de temperatura, 75±25% de humedad relativa, medidas con un Termohigrómetro digital (Testo 608-H2).

#### **Efecto traslaminar de los aceites esenciales sobre hembras de *R. indica***

La metodología para cría y la selección de la unidad de muestreo para el ensayo por efecto traslaminar se realizó semejante a la descrita para el ensayo por microaspersión. Para la ejecución del tratamiento se tomaron secciones de hojas de cocotero de 3 cm<sup>2</sup>, se asperjaron por el haz, posteriormente se depositaron en la unidad experimental con el envés hacia arriba cubriendo los bordes con algodón con la ayuda de una aguja entomológica y se colocaron 25 hembras adultas de edad conocida a partir de las crías escalonadas establecidas en cada unidad muestral, cada tratamiento se replicó cuatro veces para un total de 100 individuos por tratamiento. La mortalidad se determinó a las 24, 48 y 72 horas después de realizarse la aplicación, se consideró muerta toda hembra que era tocada y no realizaba ningún movimiento.

#### **Efecto residual de los aceites esenciales sobre hembras de *R. indica***

La metodología para cría y la selección de la unidad de muestreo para el ensayo se realizó semejante a las descritas con anterioridad. Para la ejecución del tratamiento se realizó semejante al ensayo traslaminar, en este experimento asperjó por el envés, posteriormente se depositaron en la unidad experimental con el envés hacia arriba cubriendo los bordes de algodón, con la ayuda de una aguja entomológica, se esperó que la solución aplicada a las unidades se secase por completo y luego se colocaron 25 hembras adultas, cada tratamiento se replicó cuatro veces para un total de 100 individuos por tratamiento. La mortalidad se determinó a las 24, 48 y 72 horas después de realizarse la aplicación, se consideró muerta toda hembra que era tocada y no realizaba ningún movimiento.

Se determinó, además, la Concentración Letal 50 % (CL<sub>50</sub>) para el control de *R. indica*, a partir de la mayor concentración, se hicieron cinco diluciones (2,5; 1,25; 0,625; 0,312 y 0,156 %). Se utilizó un procedimiento similar al descrito en el ensayo anterior para realizar todo el montaje de los tratamientos.

#### **Efecto ovicida de la residualidad de los aceites esenciales *T. vulgaris* y *M. quinquenervia***

La metodología para cría y la selección de la unidad de muestreo para el ensayo fue semejante a los descritos con anterioridad. Para obtener las poblaciones a tratar se seleccionaron hembras adultas de las crías establecidas, se colocaron en las unidades

experimentales previamente tratadas con los aceites y se contabilizó el número de huevos puestos por placas a las 24 horas, transcurrido ese periodo y garantizada la oviposición se removieron con la ayuda de un pincel 00.

Se tomaron placas con una cantidad variable de huevo, en dependencia de la oviposición de las hembras, pero siempre garantizando que el total fuera igual o superior a 100 huevos por tratamientos, replicados cuatro veces. Los huevos se asperjaron con 0,5 mL de la solución con aspersores manuales. Se consideraron no viables los huevos no eclosionados al término de 10 días. El efecto tóxico letal de los aceites esenciales sobre huevos de *R. indica* se evaluó por el método de aspersion descrito por Ismail (2017).

**Análisis Estadístico:** los resultados (%) de la mortalidad de los ácaros se corrigieron según la fórmula de Abbott (Abbott, 1925). Los porcentajes de mortalidad calculados, se analizaron estadísticamente mediante una comparación múltiple de proporciones, por el método de Wald para un nivel de significación de 0,05. Se utilizó el Software estadístico CompaProWin\_2.0.1 (Castillo y Miranda, 2014). Para el cálculo de la CL50 se realizó un Análisis Probit (Finney, 1971). La existencia de diferencias significativas entre los valores de CL50 se determinó por la comparación de los intervalos de confianza al 95 %, computados por el programa POLO (Russell et al., 1977).

La temperatura y la humedad relativa fue de  $25,23 \pm 2,16$  °C y  $78,2 \pm 6,3$  respectivamente, tomadas con un Termohigrógrafo digital en el mismo laboratorio.

## Resultados y discusión

### Efecto traslaminar de los aceites esenciales sobre hembras de *R. indica*

El ácaro rojo del cocotero resultó poco susceptible a los aceites evaluados por el método traslaminar (Tabla 1). A las 24 horas, los aceites de *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* evidenciaron un efecto tóxico letal inferior al Envidor quien causó el 60 % de mortalidad con diferencia significativa a los aceites que provocaron la muerte de menos del 20 % de los individuos tratados.

A las 48 horas de aplicado el tratamiento aun cuando el número de muerte causada por el efecto de los aceites se incrementó, quedaron por debajo del 40 % de mortalidad y se evidenció diferencia significativa con respecto al control positivo. En la literatura consultada, no se encontró información sobre la acción traslaminar de los aceites esenciales evaluados sobre *R. indica*, por lo que los resultados obtenidos hasta el momento son pioneros en este sentido y aunque no se alcanzó el resultado esperado en cuanto a la mortalidad provocada por los aceites esenciales, los mismos sí muestran actividad traslaminar, por lo que se recomienda probar dosis a una mayor concentración.

**Tabla 1.** Mortalidad provocada por aceites esenciales *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* por el método de traslaminar sobre hembras de *Raoiella indica* a las 24 y 48 horas de exposición.

Aceites esenciales	Mortalidad corregida (%)	
	24 h	48 h
<i>T. vulgaris</i>	18 b	32 b
<i>M. quinquenervia</i>	19 b	39 b
Envidor	60 a	89 a

Medias seguidas por letras desiguales, en las columnas, difieren significativamente para ( $p < 0,05$ )

El efecto acaricida de los aceites esenciales evaluados sobre *R. indica* en este estudio fue superior al obtenido cuando fue aplicado sobre hembras de *T. urticae* (Escobar *et al.*, 2014). En las mismas condiciones de evaluación, el aceite esencial de *M. quinquenervia* también resultó ser tóxico a las hembras de *T. urticae*, *Panonychus citri* (McGregor), *Tetranychus tumidus* Banks (Pino *et al.*, 2011).

### **Efecto residual de los aceites esenciales sobre hembras de *R. indica***

Los aceites *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* mostraron alta residualidad sobre las hembras del ácaro rojo del cocotero, al causar la muerte del 100 % de los individuos tratados a las 24 horas (Tabla 2). A pesar de que no existe diferencia significativa entre los aceites y el control positivo, la mortalidad de los aceites fue superior al Envidor en las primeras 24 horas. Ya para las 48 horas de evaluación todas las sustancias aplicadas provocaron la mortalidad total del *R. indica*. El resultado obtenido muestra la acción rápida que tienen los aceites esenciales y las ventajas que pueden tener frente a otras sustancias, sobre todo de origen sintético que en muchos casos dejan mucha residualidad.

**Tabla 2.** Efecto residual de los aceites esenciales *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* sobre hembras de *Raoiella indica* a las 24 y 48 horas de exposición.

Aceites esenciales	Mortalidad corregida (%)	
	24 h	48 h
<i>T. vulgaris</i>	100 a	100 a
<i>M. quinquenervia</i>	100 a	100 b
Envidor	98 a	100 a

Medias seguidas por letras desiguales, en las columnas, difieren significativamente para ( $p < 0,05$ )

La determinación de la CL<sub>50</sub> de los aceites por el método de residualidad a las 48 horas de exposición (Tabla 3) evidenció que no existe diferencia significativa entre los aceites esenciales *T. vulgaris* y *M. quinquenervia*, y a su vez estos tampoco difieren del control.

Los resultados alcanzados hasta esta fase de la investigación evidencian que los aceites aplicados tienen actividad biológica sobre el fitófago y pudieran ser candidatos eficaces para el manejo de *R. indica* por la acción acaricida mostrada. El uso de sustancia de origen vegetal que son volátiles y su residualidad es en un periodo muy corto en el ambiente, ofrece oportunidades para la sustitución de otros medios de lucha contra plagas.

Según Escobar *et al.* (2014), los plaguicidas botánicos se muestran como alternativas ventajosas para el manejo de ácaros debido a que en algunos casos la materia prima para su obtención es de fácil acceso. *M. quinquenervia* es una especie silvestre que se considera como planta invasora en la Península de Zapata (Roig, 2014).

Por ello, su utilización como materia prima para la obtención del aceite esencial puede constituir una opción para controlar el crecimiento de las poblaciones naturales de esta especie y reducir el impacto negativo al ecosistema. Por su parte, *T. vulgaris* se cultiva en el país y se podría valorar su producción sostenible como materia prima para la elaboración del aceite esencial como ingrediente activo de un posible acaricida comercial.

**Tabla 3.** Toxicidad por residualidad de los aceites esenciales *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* sobre hembras de *Raoidella indica* a las 48 horas de evaluación.

Aceites esenciales	CL <sub>50</sub> <sup>a</sup>	Límites			Intercepto ± EE <sup>b</sup>
		Inferior	Superior	Significación	
<i>T. vulgaris</i>	0,361	0,307	0,394	0,10	2,01±0,28
<i>M. quinquenervia</i>	0,459	0,362	0,615	0,10	2,32±0,21
Envidor	0,402	0,331	0,483	0,10	1,96±0,21

<sup>a</sup> Concentración que causa un 50 % de mortalidad después de 48 h expresada en %.

<sup>b</sup> Valores de  $\chi^2$  (gl=3), menores que ( $p \leq 0,05$ ) indican diferencias significativas entre la recta de regresión observada y la estimada.

**Efecto ovicida de la residualidad de los aceites esenciales *T. vulgaris* y *M. quinquenervia***

Al evaluar el efecto ovicida se observó que tanto el aceite de *T. vulgaris*, como el control causaron el 100 % de mortalidad, ambos con diferencia significativa de la mortalidad provocada por *M. quinquenervia*, que causó la muerte al 69 % (Tabla 4). Es válido destacar que aquellos huevos tratados con *M. quinquenervia* que pudieron eclosionar, solo un 30 % logró completar el ciclo de vida. Los individuos que murieron no se alejaron de la muda y el cuerpo comenzó a desecarse hasta morir. Esto indica que, los huevos que pudieran lograr eclosionar después de aplicados ya están afectados por la acción ovicida de los aceites y por lo general, las larvas que emergen mueren pocos días después.

**Tabla 4.** Efecto ovicida de la residualidad de los aceites esenciales *Thymus vulgaris* y *Melaleuca quinquenervia* sobre huevo de *R. indica*

Aceites esenciales	Huevos evaluados	Huevos no eclosionados	Mortalidad corregida (%)
<i>M. quinquenervia</i>	100	69	69 b
<i>T. vulgaris</i>	100	100	100 a
Envidor	100	100	100 a

La actividad ovicida de *T. vulgaris* se evidenció también sobre *Tacia solanivora* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae), donde demostró además afectar el porcentaje de eclosión (Ramírez *et al.*, 2010). Los resultados de esta investigación también mostraron el efecto ovicida de este aceite esencial sobre huevos de *R. indica*, por lo que se comprobó que puede tener efecto ovicida tanto en insectos, como en ácaros.

Varias son las especies vegetales que sus aceites han mostrado acción tóxica sobre huevos, dentro de las que se puede citar a: *Eucalyptus microtheca* F. Muell y *Salvia sahendica* Boiss. & Buhse sobre huevos de *T. urticae* (Amizadeh *et al.*, 2013); *Baccharis tola* Phil, *Chuquiraga atacamensis* O.K., *Lampaya medicilis* Phil, *Fabiana densa* Remy, *Parastrephia lucida* (Meyen) Cabr. y *Azorella compacta* Phil. sobre la misma especie de ácaro (Tello *et al.*, 2014).

De acuerdo con Dubey *et al.* (2011) existe un aumento en el uso de compuestos naturales para controlar plagas agrícolas, en respuesta a la presión de los consumidores para reducir o eliminar los aditivos de síntesis química en los alimentos. Horowitz *et al.* (2009) mencionaron que el uso de insecticidas bioracionales, como los de origen botánico, son una herramienta útil y eficiente

para disminuir los problemas de plagas en diferentes cultivos, reducir el uso de agroquímicos, rebajar los costos de producción a la vez de obtener productos sanos, más seguros y económicos dentro de un programa de manejo integrado de plagas, principalmente utilizados en agricultura orgánica.

Los resultados por la aplicación de productos botánicos con actividad acaricida tanto en condiciones de laboratorio (Sivira *et al.*, 2011) como en campo (Sarmah *et al.*, 2009) podrían ser atribuidos al efecto de los diferentes grupos de metabolitos secundarios. La búsqueda de nuevas alternativas que generen mínima resistencia, como los productos naturales y los metabolitos de origen vegetal, juegan un papel importante en el control de agentes nocivos.

Al determinar la CL<sub>50</sub> por el método de residualidad a los 10 días de evaluación, se evidenció que *T. vulgaris* mostró mayor efecto ovicida que *M. quinquenervia* al diferir significativamente (Tabla 5). Se demostró que a una concentración de 0,83 % el aceite de tomillo es capaz de reducir el número de huevos hasta el 50 %, mientras que el de melaleuca necesita una concentración de 1,88 % para impedir la eclosión del mismo porcentaje de huevos.

Según Pino *et al.*, (2011), los aceites esenciales se destacan como productos con un rápido desarrollo y múltiples posibilidades de aplicación en la agricultura. En este contexto *M. quinquenervia*, es una planta de gran importancia en el control de plagas en diferentes cultivos, con mostrada actividad biocida sobre hongos, bacterias y ácaros. Estos mismos autores consideran que el aceite esencial de *M. quinquenervia* demostró sus potencialidades para el control de ácaros fitófagos en cultivos de interés económico con alta eficacia, atribuida en muchos casos a la acción de más de uno de sus componentes, lo cual se considera una barrera efectiva al desarrollo de resistencia de plagas.

**Tabla 5.** Efecto ovicida de los aceites esenciales *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* sobre huevos de *Raoiella indica* a los 10 días de evaluación por el método de residualidad.

Aceites esenciales	CL <sub>50</sub> <sup>a</sup>	Límites			Intercepto±EE <sup>b</sup>
		Inferior	Superior	Significación	
<i>T. vulgaris</i>	0,83	0,72	1,02	0,10	<b>1,89±0,08</b>
<i>M. quinquenervia</i>	1,88	1,07	1,99	0,10	<b>4,15±0,16</b>
Envidor	1,21	0,98	1,58	0,10	<b>2,12±0,22</b>

<sup>a</sup> Concentración que causa un 50 % de mortalidad después de 72 h expresada en %.

<sup>b</sup> Valores de  $\chi^2$  (gl=3), menores que ( $p \leq 0,05$ ) indican diferencias significativas entre la recta de regresión observada y la estimada.

Según Isman y Grieneisen (2014), las plantas desarrollan un complejo arsenal químico (terpenoides, flavonoides, taninos y alcaloides), con actividades fitoquímicas que pueden actuar como disuasivos a la alimentación u ovoposición y reducen la acción de los herbívoros.

Aun cuando la flora cubana no se ha estudiado completamente como fuente de plaguicidas, debido a la gran diversidad existente, se conocen numerosas plantas que han sido utilizadas como repelentes o materia prima para la preparación de extractos de manera artesanal, con una demostrada actividad plaguicida de más de 60 especies de plantas. Se puede señalar como las familias botánicas más importantes: *Meliaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*, *Clusiaceae*, *Piperaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae* y *Mirtaceae*, con resultados promisorios desde el punto de

vista químico, a través de la obtención de alcaloides, terpenoides, cumarinas y aceites esenciales, a partir de los cuales se pueden desarrollar productos novedosos en mezcla con otros productos fitosanitarios y como inductores de resistencia (Pino *et al.*, 2013).

Debido al potencial mostrado por los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas contra herbívoros, su inclusión en programas de manejo de problemas fitosanitarios complejos podría ser considerada como una alternativa viable mediante el uso de algunos extractos vegetales en diferentes sistemas agrícolas (Fernández *et al.*, 2016).

Además de las moléculas químicas convencionalmente utilizadas para el control de plagas, la aplicación de extractos vegetales ha demostrado tener un efecto favorable para el manejo de diferentes especies de importancia económica. Su uso no considera su erradicación total, sino que procura la reducción de las poblaciones, en busca de restablecer el equilibrio biológico (Gómez *et al.*, 2010), por lo que actualmente existe un interés creciente en su inclusión como alternativa a los plaguicidas químicos sintéticos (Fernández *et al.*, 2016).

De manera general los aceites esenciales de *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* mostraron alta toxicidad sobre las fases de huevo y hembras adultas de *R. indica* en condiciones de laboratorio. Esta es la base para establecer la potencialidad que tienen estos aceites como reguladores de la población del ácaro rojo y que es necesario su ejecución para poder determinar la eficiencia de esta alternativa a otra escala; por tanto, se sugiere que podrían ser utilizados en una segunda etapa de la presente investigación, donde se profundice en la acción de estos aceites en condiciones de campo, así como valorar el efecto que pudiera tener sobre *A. largoensis*.

Otros aceites esenciales del género *Melaleuca*, como los de *Melaleuca* sp. y *Melaleuca alternifolia* L. también mostraron su actividad acaricida y se caracterizan por tener varias sustancias bioactivas (Barbosa *et al.*, 2013). De manera general, muchos de los compuestos identificados en el aceite de *M. quinquenervia* muestran actividad biológica y constituyen materia prima de importancia comercial. El valor económico y la aplicabilidad industrial de las esencias están directamente relacionados con su composición química, que determina otras propiedades macroscópicas y su actividad biológica, es por ello que, conocer cómo se relaciona la composición química de los aceites con el efecto biológico deseado resulta crucial para enfrentar el gran reto que representa la estandarización de mezclas complejas de materiales vegetales (Pino *et al.*, 2011).

El uso de estos aceites esenciales puede constituir una alternativa a la reducción de los acaricidas utilizados en los viveros de cocotero, y con ello brindar un aporte a la protección del medio ambiente y los enemigos naturales. Además, esta actividad puede ser un avance hacia el manejo agroecológico de este fitófago. Los tratamientos basados en aceites esenciales generalmente no causan un impacto negativo al ambiente por la baja residualidad de estas sustancias volátiles y ofrecen un producto no dañino a la salud y que puede contribuir a la sustitución de importaciones.

### **Conclusiones**

Los aceites esenciales de *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* tuvieron acción traslaminar baja sobre las hembras de *R. indica*.

Los aceites esenciales de *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* mostraron alta residualidad sobre hembras y huevos de *R. indica*, lo que evidencia su potencialidad para la regulación de sus poblaciones.

El aceite esencial de *T. vulgaris* mostró mayor residualidad que el de *M. quinquenervia*, ya que, evidenció ser más residual a una menor concentración.

### **Bibliografía**

- Abbott, W.S. (1925): A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- a Cruz, W. P., Souza, M. C., Lacerda, J. D. A., Souza, Á. I. A. F. E., Silva, P. A., & Dos Santos, E. C. (2023). Occurrence of *Raoiella indica* Hirst (Acari, Tenuipalpidae) in the Southeast region of the state of Pará, Brazil. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 130(1), 199-204.
- de Souza, I. V., Ferreira, M. J. R., de Lyra-Lemos, R. P., & Guzzo, E. C. (2023). Plants harbouring the red palm mite *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Alagoas State, Northeast Brazil, with novel host associations. *Systematic and Applied Acarology*, 28(6), 1179-1184.
- Dubey, N. K.; Ravindra, S. A.; kumar, A.; Singh, P.; Prakash, B. 2011. Editor Global scenario on the application of natural products in integrated pest management programmes. pp. 1-20. En: DUBEY, N. (Ed.). *Natural products in plant pest management*. Wallingford. CAB International.
- Escobar, A.; Molina, C.; Zapata, G.; Yanes, P. (2014): Comparación de la actividad acaricida de los aceites esenciales de *Osimum basilicum*, *Coriandrum sativum* y *Thymus vulgaris* contra *Tetranychus urticae*. *La granja: Revista de Ciencias de la Vida*. 19(1):21-33.
- Fernández, O.; Sandoval, M.F.; Sanabria, M.E.; Vásquez, C. (2016): Efectividad in vitro del extracto etanólico de *Cymbopogon citratus* (D.L.) Stapf y hexythiazox sobre *Raoiella indica* Hirst. *IDESIA*. 34(2): 77-84.
- Flores-Galano, G., Montoya-Ramos, A. Gonzálbez-Colima, H. Rodríguez-Morell, H. 2018. *Biología y tabla de vida de Raoiella indica* Hirst. (Acari:Tenuipalpidae) sobre cocotero (*Cocos nucifera* L.). *Rev. Protección Veg.* 33(2): 1-7.
- Ismail, M.S.M. (2017): Extract of the plant *Costus speciosus* as a new acaricide for control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *African Entomol.* 25(1): 148–155.
- Jimenez Balarezo, L. P. (2023). Efecto de extractos vegetales en el control de ácaros en condiciones de laboratorio (Master's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi,(UTC)). 90 pp.
- Joshi, M., Muralidharan, C. M., Sharma, K. M., Patel, P. S., & Varadharasu, P. R. (2023). Seasonal incidence of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) on different varieties of date palm in Kachchh region of Western India. *Persian Journal of Acarology*, 12(1), 91-100.
- Pupiro, L., Pérez, Y., Pino, O. (2018). Actividad acaricida de aceites esenciales de especies pertenecientes a las familias Myrtaceae, Lamiaceae y Rutaceae sobre *Tetranychus tumidus* Banks. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v33n3/2224-4697-rpv-33-03-e03.pdf>.