Hombre, Ciencia y Tecnología ISSN:1028-0871 Vol. 30, No. 4, oct-dic., pp.138-152, 2026

Manejo de *Raoiella indica* Hirst. (Acari: Tenuipalpidae) en agroecosistemas cocoteros de Baracoa

Management of Raoiella indica Hirst. (Acari: Tenuipalpidae) in coconut agroecosystems of Baracoa

Autores:
Alexei Lara – Millares[1], https://orcid.org/0000-0002-3639-8554
Dr.C. Adrián Montoya – Ramos[2], https://orcid.org/0000-0003-3691-2143
Dr. C. Geyser Flores-Galano[2], https://orcid.org/0000-0002-0336-7962
Filiación institucional: [1]Centro de Estudios de Tecnologías Agropecuarias y Forestales (UDI-CETAF); [2]Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo (UG).
E- mail: alexeilm94@gmail.com; montoya@cug.co.cu

Fecha de recepción: 17 de junio de 2026
Fecha de aceptación: 13 de agosto de 2026

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 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: Actividad biológica; Efecto; *Raoiella indica;* Plaga exótica.

Abstract

The presence of Raoiella indica in Cocos nucifera plantations in Baracoa prompted interest in investigating alternatives for managing this invasive exotic pest, based on the damage it has caused in other regions. Therefore, the objective of this study is to determine the effectiveness of essential oils in managing R. indica in coconut cultivation. To this end, the translaminar and residual effects of these biological alternatives were evaluated in the egg and adult female stages, and the 50% lethal concentration was determined. The results showed that Thymus vulgaris and Melaleuca quinquenervia oils exhibited low translaminar activity against females; however, they did achieve high residual activity in both females and the egg stage. Thyme oil showed the greatest residual activity, causing mortality at a lower concentration.

Keywords: Biological activity; Effect, Raoiella indica; Exotic pest.

Introducción

Raoiella indica pertenece a la familia Tenuipalpidae y se caracteriza por su pequeño tamaño, coloración rojiza y comportamiento principalmente asociado al envés de las hojas. Su presencia puede producir alteraciones en la coloración del follaje, reducción del área fotosintéticamente activa, necrosis y deterioro progresivo de las hojas cuando las poblaciones alcanzan altas densidades. La importancia de la especie se relaciona no solamente con su capacidad de colonizar nuevos territorios, sino también con su amplio rango de plantas hospederas, que facilita su permanencia y dispersión dentro de los agroecosistemas (Barros *et al.,* 2020).

En Cuba, la presencia de *R. indica* fue detectada inicialmente en la provincia Guantánamo y posteriormente se confirmó en diferentes municipios del territorio oriental. Los primeros registros incluyeron al cocotero y otras palmas, y posteriormente se amplió el conocimiento sobre las plantas hospederas de la especie. Este hecho adquiere especial importancia en Baracoa, debido a la concentración de áreas destinadas a la producción de cocotero y a las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de poblaciones de ácaros fitófagos (Flores-Galano *et al.,* 2018).

Los estudios desarrollados en Baracoa han demostrado que *R. indica* puede alcanzar densidades poblacionales elevadas en el cocotero y que su comportamiento presenta una marcada relación con las variables meteorológicas. Durante una investigación realizada durante tres años en plantaciones de cocotero del municipio, se observaron importantes fluctuaciones poblacionales, registrándose los mayores niveles durante períodos caracterizados por temperaturas elevadas y menores precipitaciones. En el tercer año de estudio se alcanzó una densidad promedio de 123,5 ácaros por foliolo, mientras que durante otro período con acumulación de 462 mm de lluvia la densidad promedio fue de solamente 3,79 ácaros por foliolo (Flores-Galano *et al.,* 2018).

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).

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 noviembre de 2024.

Los experimentos de campo se desarrollaron en el vivero de cocotero ubicado en la localidad de Duaba, Baracoa, sobre el cv. ´Criollo´ (Indio verde). El vivero estuvo conformado por canteros de 10 m de largo por 1 m de ancho, al cual se le realizaron las atenciones culturales en condiciones de producción.

Se realizaron muestreos decenales a partir de los dos meses de edad de las posturas, momento en el cual las plantas alcanzan una altura aproximada entre los 20 y 30 cm con dos hojas. Se seleccionaron tres plantas al azar por cantero, en 10 canteros, para un total de 30 plantas por muestreo y se contabilizó la población del ácaro rojo del cocotero (huevos, estadio móviles y adultos) presente en el envés de la hoja con la ayuda de una lente manual (16x). Cuando las hojas permanecían en forma abanico, se observó una superficie de 100 cm^2 por planta, mientras que en hojas pinnadas se seleccionaron tres folilos por planta para un total de 90.

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.

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 Espirodiclofeno, 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 Espirodiclofeno. 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.

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_{50}). Se utilizó un procedimiento similar al descrito en el ensayo anterior. Para el cálculo de la LC50 se realizó un Análisis Probit (Finney, 1971). La existencia de diferencias significativas entre los valores de LC_{50} se determinó por la comparación de los intervalos de confianza al 95%, computados por el programa POLO.

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^2, 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 translaminar, 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 secara 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_{50}) 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 Análisis estadístico experimentales previamente tratadas con los aceites y se contabilizó el número de huevos puestos por placas a las 24 horas, trascurrido 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 aspersión 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 CL_{50} se realizó un Análisis Probit (Finney, 1971). La existencia de diferencias significativas entre los valores de CL_{50} se determinó por la comparación de los intervalos de confianza al 95 %, computados por el programa POLO (Russell *et al.,* 1977).

Resultados y discusión

Selección de la mezcla binaria para la dilución de los aceites vegetales.

En la tabla 1, se observa que el tensoactivo que menor efecto tuvo en la mortalidad de *R. indica* por microinmersión fue el Tween 20, el cual no difirió significativamente del Tween 80, pero si del Tritón x 100. A la vez el Etanol resultó ser el disolvente más promisorio, ya que fue el que menor muerte causó a las hembras del ácaro rojo del cocotero; aunque no existe diferencia significativa de este con el Metanol, si difirió de los otros disolventes, quienes además causaron la muerte a más del 10 % de las hembras evaluadas.

Tabla 1. Mortalidad de *R. indica* a las 72 horas de evaluación por microinmersión, para tensoactivo y disolventes

Concentración (%)	**Tensoactivos**			
1	**Tritón X 100**	**Tween 80**	**Tween 20**	
Mortalidad (%)	9 a	3 b	2 b	
EE	0,0953	0,0985	0,0999	
Concentración (%)	**Disolventes**			
3	**DMSO**	**MeOH**	**EtOH**	**Acetona**
Mortalidad (%)	11a	5 b	2 c	11a
EE	0,0943	0,0975	0,0975	0,0943
Control				
	H2O			
Mortalidad (%)	1			

El uso de solventes orgánicos para realizar bioensayos en laboratorio es inevitable, ya que muchos compuestos naturales tienen poca solubilidad en agua y necesitan ser disueltos en solventes orgánicos o agentes surfactantes antes de iniciar los sistemas experimentales.

Ibarra *et al.,* (2025), planteó que la mortalidad producida por disolventes y tensoactivos es superior a 10 %, estos no son recomendados, ya que, pueden enmascarar los resultados de los productos que sean disueltos con ellos. Los más recomendados son los que causen la menor mortalidad posible.

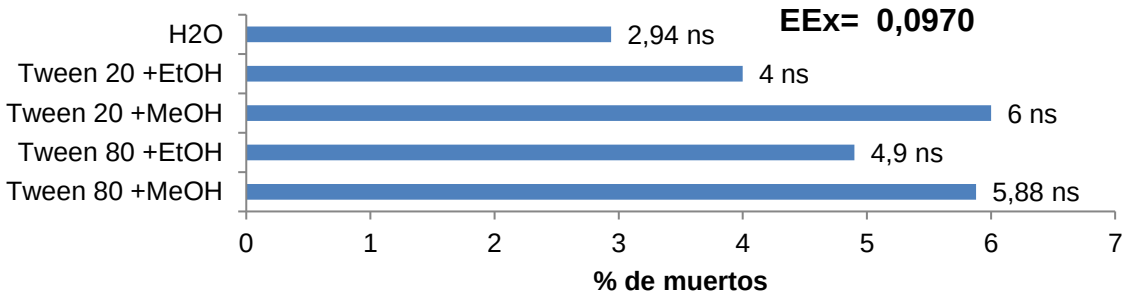
Según, Wong-Villareal *et al.,* (2025), evaluó la actividad acaricida de biosurfactantes producidos por *Serratia ureilytica* NOD-3 y UTS sobre *Tetranychus urticae* en bioensayos de laboratorio y ensayos con hojas inmersas/recubiertas con surfactantes bacterianos. Los compuestos producidos causaron ≈95 % de mortalidad en adultos y reducciones de viabilidad de huevos > 60 %, demostrando que los tensioactivos biológicos pueden tener efectos letales sobre ácaros.

Mortalidad de *R. indica* a las 72 horas de evaluación por microinmersión, para las mezclas binarias.

En las mezclas binarias (Fig. 1), aunque no existió diferencia significativa entre las mezclas evaluadas, la que causó menor mortalidad fue Tween 20 más Etanol. Esta mezcla fue la que se seleccionó para realizar la disolución de los aceites vegetales por causar una menor mortalidad sobre el ácaro tratado, cuando se evaluó como mezcla e individualmente.

Para Da Silva *et al.,* (2015), la mezcla de Acetona y el Tween 80 resulto ser la mejor, debido a que causó la menor mortalidad. Es por eso que es preciso realizar en cada experimento el estudio del efecto que tendrá sobre el agente nocivo a tratar las mezclas que serán utilizadas en la dilución, tanto de sustancias sintéticas como de origen natural, ya que aun cuando se hayan efectuado estudio sobre un agente nocivo no siempre una mezcla que hayas utilizado antes tendrá el mismo efecto (Ismam, 2006).

Figura 1. Mortalidad de *R. indica* a las 72 horas de evaluación por microinmersión, para las mezclas binarias



Ibarra *et al.,* (2025), aunque no utiliza tensioactivos por sí mismos, este estudio emplea aceites vegetales (soya, maíz, lavanda y orégano) que se disuelven en agua para ensayos de mortalidad de *Tetranychus urticae* mediante aplicaciones foliares y contactos directos en laboratorio. Observa mortalidad ≥ 92 % en adultos a partir del segundo día en bioensayos in vitro. Se trata de un método de contacto que, conceptualmente, comparte similitudes con la inmersión foliar y demuestra la eficacia de mezclas de aceites solubles como agentes tóxicos para los ácaros.

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 2). A las 24 horas, los aceites de *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* evidenciaron un efecto tóxico letal inferior al Espirodiclofeno 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 2. 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
T. vulgaris	18 b	32 b
M. quinquenervia	19 b	39 b
Espirodiclofeno	60 a	89 a

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

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 3). A pesar de que no existe diferencia significativa entre los aceites y el control positivo, la mortalidad de los aceites fue superior al Espirodiclofeno 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 muchas residualidad.

Tabla 3. 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
T. vulgaris	100 ns	100 ns
M. quinquenervia	100 ns	100 ns
Espirodiclofeno	98 ns	100 ns

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

La determinación de la CL_{50} 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.

Sin embargo, los avances en tecnología de formulación han permitido extender significativamente la vida útil residual de los AE mediante estrategias de encapsulación, microencapsulación, uso de polímeros biodegradables y adición de estabilizantes UV. Las microcápsulas de quitosano, alginato de sodio y lignina sulfonada han demostrado reducir la tasa de volatilización en un 40-60 %, manteniendo concentraciones activas por encima de 0.5 μg/cm² durante 5-7 días post-aplicación en condiciones de invernadero (Campos *et al.,* 2021; Silva & Oliveira, 2023).

Los polímeros forman una matriz porosa que atrapa los compuestos volátiles y los libera gradualmente por difusión controlada, sincronizando la liberación con la actividad metabólica de la plaga y las condiciones microclimáticas foliares (Brito *et al.,* 2022). Además, la incorporación de filtros UV naturales como el ácido ferúlico o la lignina extraída de residuos agroindustriales ha reducido la fotodegradación de monoterpenoides sensibles como el limoneno y el α-pineno en un 35-50 %, prolongando su vida en superficie foliar de 18 a 32 horas (García *et al.,* 2024).

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

En consonancia con los hallazgos de Segalla *et al.,* (2022), estos cambios observados implican la activación de compuestos tóxicos dentro del extracto que afectan el sistema nervioso o la musculatura de los ácaros, lo que subraya el potencial del extracto como herramienta para el control de plagas. Según Holtz *et al.,* (2020), la elevada mortalidad observada probablemente se atribuya a la presencia de compuestos tóxicos específicos denominados metabolitos secundarios, como taninos, ácidos fenólicos y flavonoides.

Tabla 4. Toxicidad por residualidad de los aceites esenciales *T. vulgaris* y *M. quinquenervia* sobre hembras de *Raoiella indica* a las 48 horas de evaluación

Aceites esenciales	CL_{50}[a]	Límites			Intercepto ± EE[b]
		Inferior	Superior	Significación	

T. vulgaris	0,361	0,307	0,394	0,10	2,01±0,28 ns
M. quinquenervia	0,459	0,362	0,615	0,10	2,32±0,21 ns
Espirodiclofeno	0,402	0,331	0,483	0,10	1,96±0,21 ns

En la investigación de laboratorio, Zapata, (2024), evaluó la actividad acaricida y repelente de aceites esenciales (*Eucalyptus globulus*, *Salvia officinalis*, *Mentha* × *piperita*, *Thymus vulgaris*, *Foeniculum vulgare* y *Dysphania ambrosioides*) sobre hembras de *T. urticae*. Encontrando CL_{50} bajas y mortalidad significativa con varios aceites, especialmente de *Thymus vulgaris*, indicando toxicidad persistente después de exposición residual.

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 5). 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 logran 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 5. 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 (%)
M. quinquenervia	100	69	69 b
T. vulgaris	100	100	100 a
Espirodiclofeno	100	100	100 a

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

Estudios recientes han demostrado que la eficacia ovicida de los AE varía significativamente según la composición química, la concentración aplicada, el tiempo de exposición y la especie de ácaro. El timol, eugenol, carvacrol y α-terpineol se han identificado como los compuestos

con mayor actividad ovicida en *Tetranychidae* y *Tenuipalpidae*, con LC_{50} que oscilan entre 0.8 y 3.2 µL/mL en ensayos de inmersión directa (Silva *et al.,* 2021; Rodríguez *et al.,* 2022).

Noriega *et al.,* (2024) evaluaron el efecto ovicida y acaricida de aceites esenciales de *C. ambrosioides* y *P. inaequalifolia* sobre huevos y hembras adultas del ácaro *Tetranychus urticae* en hojas de fresa. Los aceites se aplicaron en contacto directo con huevos para medir la viabilidad y con hembras adultas para estimar la mortalidad (CL_{50}). Los resultados mostraron que ambos aceites inhibieron significativamente el desarrollo de los huevos del ácaro y que *P. inaequalifolia* presentó alta letalidad contra hembras.

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.

Los efectos acaricidas y subletales encontrados autores se atribuyeron principalmente a los compuestos α-terpineol y linalool, que pertenecen al grupo de los terpenos, siendo este último considerado un compuesto neurotóxico. Su mecanismo de acción no se comprende completamente; sin embargo, se infiere que aumenta la actividad de los nervios sensoriales, causando hiperexcitabilidad de los nervios motores, lo que provoca convulsiones y parálisis (DUROFIL *et al.,* 2021; BAVA *et al.,* 2022).

Tabla 6. 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_{50}[a]	Límites			Intercepto ± EE[b]
		Inferior	Superior	Significación	
T. vulgaris	0,83	0,72	1,02	0,10	**1,89±0,08 a**
M. quinquenervia	1,88	1,07	1,99	0,10	**4,15±0,16 c**
Espirodiclofeno	1,21	0,98	1,58	0,10	**2,12±0,22 b**

[a] Concentración que causa un 50 % de mortalidad después de 72 h expresada en %.

[b] Valores de χ^2 (gl=3), menores que ($p \leq 0,05$) indican diferencias significativas entre la recta de regresión observada y la estimada.

Por su parte, Espinoza *et al.,* (2024), evaluaron el efecto ovicida y acaricida de aceites esenciales de *Chenopodium ambrosioides* L. y *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. sobre huevos y hembras adultas de Tetranychus urticae en plantas de fresa (Fragaria spp.). Las

soluciones usadas en los ensayos ovicidas (0,5 %–4 %) se pusieron en contacto con huevos para medir la viabilidad post-tratamiento. Los resultados mostraron que ambos aceites, especialmente *P. inaequalifolia*, tuvieron actividad significativa inhibiendo el desarrollo normal de los huevos, demostrando potencial como agentes ovicidas botánicos frente a esta plaga agrícola.

La integración del efecto ovicida en estrategias de MIP ha demostrado ser más efectiva cuando se combina con aplicaciones dirigidas a estadios activos, ya que los AE rara vez presentan actividad sistémica o capacidad de penetrar huevos en fases avanzadas de desarrollo embrionario (Pavela *et al.,* 2020). Estudios de campo en cultivos de coco y palma datilera han reportado que la aplicación de mezclas de AE con timol y eugenol en intervalos de 10-14 días, coincidiendo con los picos de oviposición, reduce la densidad poblacional de *R. indica* en un 60-75 % durante el ciclo productivo, sin afectar la viabilidad del polen ni la actividad de *Phytoseiulus persimilis* (García *et al.,* 2024). Estos hallazgos subrayan la importancia de sincronizar las aplicaciones con la fenología reproductiva del ácaro y de utilizar formulaciones que maximicen el tiempo de contacto con los huevos recién depositados.

Conclusiones

Los aceites esenciales de T. vulgaris y M. quinquenervia tuvieron acción traslaminar baja sobre las hembras y 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 efectividad que el de M. quinquenervia, ya que, evidenció ser más residual a una menor concentración.

Bibliografía

Barros, M. E. N., Lima, D. B., Mendes, J. A., Gondim Jr., M. G. C., & Melo, J. W. S. (2020). The establishment of an invasive pest mite, Raoiella indica, affects mite abundance and diversity on coconut plants. Systematic and Applied Acarology, 25(5), 881–894. https://doi.org/10.11158/saa.25.5.9

Bava, R.; Castagna, F.; Palma, E.; Musolino, V.; Carresi, C.; Cardamone, A.; Lupia, C.; Marrelli, M.; Conforti F.; Roncada, P.; Musella, V.; BrittI, D. Phytochemical Profile of Foeniculum

vulgare Subsp. piperitum Essential Oils and Evaluation of Acaricidal Efficacy against Varroa destructor in Apis mellifera by In Vitro and Semi-Field Fumigation Tests. Veterinary Sciences, v. 9, n. 12, p. 684, 2022.

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.

Espinoza-Gavilanes, R., Tuza-Roa, I., & Vásquez-Freytez, C. (2024). Efecto acaricida y ovicida de aceites esenciales sobre Tetranychus urticae en fresa. DOAJ/FAO Repository. https://doaj.org/article/9b5a0bfd07754b92ae8d4215831dc55f

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.

García, L. F., Brito, R. F., & Campos, M. R. (2024). Nanoemulsified thymol and eugenol for integrated control of Raoiella indica: Efficacy, residual activity, and predator compatibility. Pest Management Science, 80(2), 678-690. https://doi.org/10.1002/ps.7654

Ibarra-Moguel, A., & Garruña-Hernández, R. (2025). Efecto de aceites orgánicos sobre ácaros y fotosíntesis en papaya. Avances en Investigación Agropecuaria. https://doi.org/10.53897/RevAIA.25.29.41

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.

Noriega, P., Tuza-Roa, I., & Vásquez-Freytez, C. (2024). Efecto acaricida y ovicida de los aceites esenciales de Chenopodium ambrosioides L. y Peperomia inaequalifolia Ruiz & Pav. contra Tetranychus urticae en fresa (Fragaria spp.). Polibotánica, 57. https://doi.org/10.18387/polibotanica.57.14

Rodríguez, M. A., Silva, J. P., & Ferreira, A. L. (2022). Residual activity and translaminar penetration of essential oil formulations in tropical palm crops. Experimental and Applied Acarology, 86(3), 345-362. https://doi.org/10.1007/s10493-022-00698-1

Segalla, C. C., Pinheiro, N. B., Ferraz, A., Poletti, T., Ongaratto, R., Ribeiro, C. M., e Nizoli, L. Q. (2022). Estudo In Vitro Da Eficácia Do Óleo Essencial De Cravo-Da-Índia (Syzygium Aromaticum, Myrtaceae) Sobre Carrapato Rhipicephalus Sanguineus. Veterinária e Zootecnia, 29, 1-10. Disponível Em: https://Sea.Ufr.Edu.Br/Sea/Article/View/1760 . Acesso Em: 12 De Out.

Silva, R. T., & Oliveira, M. S. (2023). Formulation technologies for enhancing the residual and translaminar activity of essential oils in mite management. Frontiers in Plant Science, 14, 1187456. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1187456

Wong-Villareal, A., Ruiz-Sánchez, E., Cua-Basulto, M., Espinosa-Zaragoza, S., González-Sánchez, A. A., Ramos-Carbajal, E., Pinson-Rincón, E. P. (2025). Acaricidal activity of biosurfactants produced by Serratia ureilytica on Tetranychus urticae and their compatibility with the predatory mite Amblyseius swirskii. Microbiology Research, 16(7), 150. https://doi.org/10.3390/microbiolres16070150

Zapata, P. I. L. (2024). Actividad acaricida y repelente de aceites esenciales contra arañita bimaculada (Tetranychus urticae) (Tesis de grado). Universidad de Concepción, Chile. repositorio.udec.cl.