

**EFFECTO ACARICIDA Y OVICIDA DE
LOS ACEITES ESENCIALES DE
Chenopodium ambrosioides L. Y *Peperomia
inaequalifolia* Ruiz & Pav. CONTRA
Tetranychus urticae EN FRESA (*Fragaria* spp.)**

**ACARICIDAL AND OVICIDAL
EFFECT OF THE ESSENTIAL OILS OF
Chenopodium ambrosioides L. AND
Peperomia inaequalifolia Ruiz & Pav.
AGAINST *Tetranychus urticae* (*Fragaria* spp.)**

Espinoza-Gavilanes, R.; I. Tuza-Roa; C. Vásquez-Freytez; K. Jaramillo-Loayza y P. Noriega-Rivera

EFFECTO ACARICIDA Y OVICIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *Chenopodium ambrosioides* L. Y *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. CONTRA *Tetranychus urticae* EN FRESA (*Fragaria* spp.)

ACARICIDAL AND OVICIDAL EFFECT OF THE ESSENTIAL OILS OF *Chenopodium ambrosioides* L. AND *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. AGAINST *Tetranychus urticae* IN STRAWBERRY (*Fragaria* spp.)



Efecto acaricida y ovicida de los aceites esenciales de *Chenopodium ambrosioides* L. y *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. contra *Tetranychus urticae* en fresa (*Fragaria* spp.)

Acaricidal and ovicidal effect of the essential oils of *Chenopodium ambrosioides* L. and *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. against *Tetranychus urticae* in strawberry (*Fragaria* spp.)

R. Espinoza-Gavilanes;
I. Tuza-Roa;
C. Vásquez-Freytez;
K. Jaramillo-Loayza;
P. Noriega-Rivera

EFFECTO ACARICIDA Y
OVICIDA DE LOS ACEITES
ESENCIALES DE
Chenopodium ambrosioides L.
Y *Peperomia inaequalifolia*
Ruiz & Pav. CONTRA
Tetranychus urticae EN FRESA
(*Fragaria* spp.)

ACARICIDAL AND
OVICIDAL EFFECT OF THE
ESSENTIAL OILS OF
Chenopodium ambrosioides L.
AND *Peperomia inaequalifolia*
Ruiz & Pav. AGAINST
Tetranychus urticae IN
STRAWBERRY (*Fragaria* spp.)

POLIBOTÁNICA
Instituto Politécnico Nacional

Núm. 57: 237-247. Enero 2024

DOI:
10.18387/polibotanica.57.14

R. Espinoza-Gavilanes

Grupo de investigación Cultura, Alimentación y Agricultura,
Universidad Politécnica Salesiana, Av 12 de Octubre N2422 y Wilson,
Quito 170109, Ecuador
Maestría en Productos Farmacéuticos Naturales, Universidad Politécnica Salesiana

I. Tuza-Roa

Maestría en Productos Farmacéuticos Naturales, Universidad Politécnica Salesiana

C. Vásquez-Freytez

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato,
Carretera Cevallos Quero, Ambato 180350, Ecuador

K. Jaramillo-Loayza

Paco Noriega-Rivera / pnoriega@ups.edu.ec

Grupo de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas a los Recursos Biológicos,
Universidad Politécnica Salesiana, Av 12 de Octubre N2422 y Wilson,
Quito 170109, Ecuador

RESUMEN: El presente estudio evaluó el efecto acaricida de los 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). Los aceites esenciales se obtuvieron por arrastre de vapor y se analizaron mediante cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (CG/EM). Los aceites y sus mezclas se diluyeron en dimetilsulfóxido (DMSO) a concentraciones en un rango comprendido entre 0.5% y 4% para los ensayos ovicidas, entre 2.5% y 0.125% para las pruebas acaricidas. Las diversas soluciones se pusieron en contacto con huevos de *T. urticae* para determinar su viabilidad, y en hembras adultas del ácaro para determinar la CL₅₀, en tratamientos distribuidos en un diseño completamente al azar. Como controles positivos se emplearon tetradifon (ovicida) y abemectina (acaricida) y como control negativo DMSO. La química de los aceites evidenció como moléculas más abundantes al silvestreno (18.68%), trans-p-Mentha-2,8-dienol (18.06%), trans-p-menta-1(7),8-dien-2-ol (11.75%) y cis-p-menta-1(7),8-dien-2-ol (11.74%) en *C. ambrosioides*; elemicina (36.33%) y miristicina (20.21%) en *P. inaequalifolia*. Los aceites esenciales resultaron eficientes al momento de inhibir el desarrollo de los huevos del ácaro. Los ensayos sobre hembras adultas muestran conductas diversas en los aceites esenciales, en donde la letalidad es mayor en *P. inaequalifolia* y más baja con *C. ambrosioides*. En general se observó una actividad significativa de los aceites y sus mezclas como ovicidas y a *P. inaequalifolia* como un aceite con potencial acaricida.

Palabras clave: acaricida, aceite esencial, ovicida, *Peperomia inaequalifolia*, *Tetranychus urticae*

ABSTRACT: The present study evaluated the acaricidal effect of the essential oils from *Chenopodium ambrosioides* L. and *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. on eggs and adult females of *Tetranychus urticae* in strawberry plants (*Fragaria* spp). Essential oils were obtained by steam distillation and analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). The oils and their mixtures were diluted in dimethyl sulfoxide (DMSO) at concentrations ranging from 0.5% to 4% for

ovicidal tests, between 2.5% to 0.125% for acaricidal tests. The various solutions were put in contact with with *T. urticae* eggs to assess their viability and with adult mite females of the mite to determine the CL50, in treatments distributed in a completely randomized design. Tetradifon (ovicidal) and abamectin (acaricidal) were used as positive controls, and DMSO as the negative control. The chemistry of the oils showed the most abundant molecules in *C. ambrosioides* were sylvestrene (18.68%), trans-p-Mentha-2,8-dienol (18.06%), trans-p-mentha-1(7),8-dien-2-ol (11.75%) and cis-p-mentha-1(7),8-dien-2-ol (11.74%); while in *P. inaequalifolia*, elemicin (36.33%) and myristicin (20.21%) were predominant. The essential oils were efficient in inhibiting the development of mite eggs. The tests on adult females show diverse behaviors in essential oils, where lethality is higher in *P. inaequalifolia* and lower with *C. ambrosioides*. In general, a significant activity of the oils and their mixtures as ovicides, and *P. inaequalifolia* as an oil with acaricidal potential was observed.

Key words: acaricide, essential oil, ovicidal, *Peperomia inaequalifolia*, *Tetranychus urticae*

INTRODUCCIÓN

Los ácaros son plagas que pueden causar pérdidas importantes en el rendimiento de muchos cultivos de interés agrícola como frutas, hortalizas y plantas ornamentales (Inak *et al.*, 2019; Schmidt-Jeffris *et al.*, 2021) uno de los más problemáticos es *Tetranychus urticae* Koch, conocido como ácaro rojo de dos manchas (Adesanya *et al.*, 2021; Patel *et al.*, 2020; Bamel & Gulati, 2021), que pertenece a la familia Tetranychidae. El excesivo uso de acaricidas de síntesis química para controlar al ácaro ha evidenciado resistencia e ineffectividad para su manejo (Namin *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2022).

Estudios confirman actividad acaricida de productos naturales como: piretroides (Schulze & Jordan, 2021), alcaloides (Wu *et al.*, 2021) y sobre todo aceites esenciales (Selles *et al.*, 2021; Deaquiz Oyola *et al.*, 2022; Nwanade *et al.*, 2021), mismos que han demostrado ser sumamente efectivos.

La fresa, conocida también como frutilla (*Fragaria* spp) es un cultivo popular por su alto valor nutritivo y por su aporte de fitonutrientes, minerales y vitaminas (Nunes & Novello, 2021). En Ecuador su cultivo y consumo son importantes (Aragón *et al.*, 2019), lo que significa que un gran número de agricultores dependan del mismo con alrededor de 800 Ha cultivadas. Se estima que entre un 60 a 80% de los cultivos de fresa se ven afectados por la infestación de *T. urticae* (Mendoza León *et al.*, 2018).

Las Especies ecuatorianas que contienen aceites esenciales, son fáciles de extraer y analizar (Noriega Rivera, 2009), resultan promisorios como acaricidas debido a su composición química y usos ancestrales como plaguicidas, como son *Peperomia inaequalifolia*, conocida como “congona”, con evaluaciones preliminares como acaricida (Santacruz y Noriega 2016), adicionalmente estudios químicos del aceite muestran una alta concentración de mirisiticina y elimicina, moléculas conocidas por su alta efectividad plaguicida (Rivera *et al.*, 2015; Valarezo *et al.*, 2023) y *Chenopodium ambrosioides*, usado ancestralmente como antiparasitario, denominada “paico” y que previamente mostró efecto acaricida (Kouam *et al.*, 2015; Aglagane *et al.*, 2022). En el estudio de Kouam se observan porcentajes de efectividad cercanos al 100% a concentraciones de 0.12 y 0.09 $\mu\text{L/g}$ luego de 8 días de exposición usando un tensoactivo para evitar la evaporación de los aceites esenciales, a concentraciones más bajas de 0.06 $\mu\text{L/g}$ y 0.03 $\mu\text{L/g}$ la efectividad llega a un 80% en promedio.

El presente estudio tuvo como propósito encontrar una alternativa de acaricida natural en dos aceites esenciales de la biodiversidad ecuatoriana, como una táctica de control biorracional de *Tetranychus urticae*, en el cultivo de fresas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

Peperomia inaequalifolia (Congona), se colectó en la parroquia San Joaquín del Cantón Cuenca, Provincia del Azuay, en el sur del Ecuador, en las coordenadas: 2°53'45"S; 79°03'05"O, a una altitud de 2.643 m.s.n.m.

Chenopodium ambrosioides (Paico), se colectó en la parroquia Taquil, del Cantón Loja, Provincia de Loja, en el sur del Ecuador, en las coordenadas: 3° 53' 28" S; 79° 15' 20" O, a una altitud de 2.230 m.s.n.m.

La identificación botánica estuvo a cargo del Biól. Msc. Danilo Minga Ochoa, del herbario de la Universidad del Azuay.

Extracción del Aceite esencial

Para la extracción del aceite esencial se utilizó un destilador de aceites esenciales perteneciente a la Fundación Chankuap Recursos para el Futuro de una capacidad de 250 litros, el mismo opera por el mecanismo conocido como "destilación de agua y vapor de agua" (Noriega Rivera, 2009). El tiempo de destilación fue de 3 horas, para cada proceso se calculó el respectivo rendimiento.

Análisis de Composición Química de los Aceites Esenciales

Se empleó la técnica de Cromatografía Gaseosa Acoplada a Espectrometría de Masas (CG/EM), la muestra de los aceites se preparó disolviendo 10 µL de aceite en 990 µL de diclorometano, el inyector con un modo de Split (40:1). El volumen de inyección fue de 1 µL. El equipo empleado fue un cromatógrafo de gases Trace 1310 acoplado a un espectrómetro de masas ISQ 7000 marca Thermo Fisher Scientific, se usó una columna Thermo Scientific TR-5MS (5% fenil, 95% de dimetilpolisiloxano), gas de acarreo fue helio de una pureza de 99.9999% con un flujo de 1 mL/min. Las condiciones de la columna fueron: inicio a 60 °C por 5 minutos, hasta alcanzar los 100 °C a una velocidad de 2°C/min, posteriormente se alcanzaron los 150 °C, a una velocidad de 3 °C/min, hasta llegar a los 200 °C a 5°C/min. Finalmente se alcanzaron los 230 °C, para mantener esta temperatura por 5 minutos, el tiempo total de análisis fue de 60 minutos. Las condiciones de espectrómetro de masas fueron las siguientes: energía de ionización: 70 eV; corriente de emisión: 10 µAmp; rango de escaneo: 1 scan/s; rango de masas: 40-350 Da; temperatura de la trampa: 230 °C; temperatura de la línea de transferencia: 200 °C, como lo describe (Aguilar *et al.*, 2023).

Identificación de los Compuestos

Los componentes del aceite esencial se determinaron mediante el uso de la base de datos NIST 2001, cálculo de los índices de retención experimentales empleando una serie de alcanos C8-C20 con la ecuación propuesta por (Babushok *et al.*, 2011) y evaluación de los índices de retención teóricos de acuerdo con la base de datos de Adams (2012).

Identificación, crecimiento y reproducción de los ácaros

Los ácaros se colectaron de plantas infestadas en cultivos bajo invernadero en la parroquia Jadán, en la provincia del Azuay en las coordenadas: 2° 86' 66" S; 78° 85' 10" O, a una altitud de 2.800 m.s.n.m. La caracterización de los mismos estuvo a cargo del Doctor Carlos Vásquez Freytez, quien confirmó la especie *Tetranychus urticae*. Para la cría de cohortes de edad homogénea se realizaron unidades de acuerdo con lo establecido por Mendoza León *et al.*, (2018). Fueron transferidas hembras y machos adultos de *T. urticae* para promover la oviposición, obtenidos los huevos deseados se descartaron los ácaros. Las unidades de cría se humedecieron y observaron diariamente hasta la obtención de hembras adultas de 20 días de edad con los cuales se iniciaron los ensayos de efectividad de los aceites.

Evaluación de la actividad ovicida

El efecto ovicida se ejecutó de acuerdo a Afify *et al.* (2012). Se cortaron cuatro discos de hojas de fresa de 3 cm de diámetro para cada concentración y se colocaron en Cajas de Petri de 10 cm de diámetro en la que se ajustó un disco de poliuretano, el disco de hoja se rodeó con una banda de algodón humedecido, se transfirieron a cada disco cinco hembras y se dejaron para que pusieran huevos, a las 24 h se verificó la presencia de 10 huevos en cada disco y se descartaron los ácaros. Las concentraciones de los aceites diluidos en dimetilsulfóxido (DMSO) fueron de 4%, 3%, 2%, 1% y 0.5%. El DMSO puro se usó como control negativo, mientras que el control positivo fue

tetradifón al 8%. Los huevos se mantuvieron a 22 ± 2 °C durante 10 días, luego de ese tiempo se verificó su viabilidad contando los huevos eclosionados, el tratamiento se realizó por cuadruplicado.

Evaluación de la dosis letal media (DL₅₀)

Se siguió la metodología propuesta por (Miresmailli *et al.*, 2006), con modificaciones. El método consistió en sumergir discos de hojas de fresa en las concentraciones de los aceites puros y de su mezcla 50:50. Las concentraciones fueron: 2.5%, 1.25%, 0.625%, 0.313% y 0.156% en DMSO. Como control negativo se empleó DMSO y como control positivo abamectina al 0.05%. Las hojas se colocaron con la cara abaxial hacia arriba sobre una almohadilla de algodón y se rodeó el disco de hoja con una banda de algodón humedecida para evitar el escape de los ácaros y mantener la turgencia de las hojas. Sobre cada hoja se colocaron 5 hembras de 72 horas de edad, a una temperatura de 22 ± 2 °C. Se midió el porcentaje de mortalidad después de 24, 48, 72, 120 horas de la exposición a los tratamientos. Cada tratamiento se repitió por tres veces.

Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Las variables de respuesta fueron la inhibición de la viabilidad de los huevos y la letalidad en hembras de *T. urticae*, evaluados a las 24, 48, 72 y 120 horas. Los datos se analizaron previamente para determinar si cumplían los supuestos de normalidad, y homocedasticidad, mediante las pruebas de Shapiro – Wilk y Levene, respectivamente. El análisis de varianza (ANDEVA), se realizó una prueba de Tukey con una probabilidad ($p < 0.05$), empleando el programa Statistix, versión 10, mientras que en el análisis de la concentración letal media se empleó el procedimiento estadístico Probit, mediante regresión lineal y posterior extrapolación de resultados.

RESULTADOS

Extracción del Aceite esencial

Los rendimientos de la extracción de los aceites esenciales fueron de 0.168% para *C. ambrosioides* (paico) y de 0.174% para *P. inaequalifolia* (congona).

Composición química de los aceites

En el aceite esencial de *C. ambrosioides* se detectaron 23 compuestos de los se identificaron 17 con un 96%, los más abundantes: silvestreno (18.68 %), trans-p-menta-2,8-dienol (18.06 %), trans-p-menta-1(7),8-dien-2-ol (11.75%) y cis-p-menta-1(7),8-dien-2-ol (11.74%) (Tabla 1).

En el aceite de *P. inaequalifolia* fueron detectados 17 compuestos, se identificaron un 92.85 %, los más abundantes: elemicina (36.33%) y miristicina (20.21%) (Tabla 2).

Tabla 1. Composición química del aceite esencial de *Chenopodium ambrosioides*.

Table 1. Chemical composition of the essential oil of *Chenopodium ambrosioides*

Compuesto	Índice de retención teórico ^a	Índice de retención experimental ^b	Composición (%)
alfa-pineno	932	928	0.70
Careno	1008	1005	5.27
p-cimeno	1020	1019	3.66
Silvestreno	1025	1023	18.68
Limoneno	1024	1024	6.75
trans-p-menta-2,8-dienol	1119	1119	18.06
óxido de limoneno	1132	1130	0.94
cis-p-menta-2,8-dien-1-ol	1133	1131	7.22
cis-pinocarveol	1135	1134	0.41
NI	-	-	0.34
trans-p-menta-1(7),8-dien-2-ol	1187	1188	11.75
NI	-	-	1.63
trans-carveol	1215	1217	2.71

cis-p-menta-1(7),8-dien-2-ol	1227	1230	11.74
Ascaridol	1234	1237	3.94
Carvona	1239	1243	3.09
NI	-	-	0.93
NI	-	-	0.58
NI	-	-	0.22
Elemicina	1555	1558	0.23
Globulol	1590	1595	0.21
NI	-	-	0.20
Cedronelona	2102	2098	0.72
Total			100
Identificado		96%	
No identificado		4%	

^a índice de retención teórico según Adams 2012, ^b índice de retención experimental calculado a partir de la comparación con serie de alcanos C8-C30.

^a Theoretical retention index according to Adams 2012, ^b Experimental retention index calculated from the comparison with the C8-C30 alkane series.

Tabla 2. Composición química del aceite esencial de *Peperomia inaequalifolia*.
Table 2. Chemical composition of the essential oil of *Peperomia inaequalifolia*.

Compuesto	Índice de retención teórico ^a	Índice de retención experimental ^b	Composición (%)
Eucaliptol	1026	1020	0.57
Safrol	1285	1281	9.96
metil eugenol	1403	1400	9.77
E- cariofileno	1417	1412	0.50
gamma elemeno	1434	1428	0.94
Aromadendreno	1439	1440	0.10
NI	-	-	0.98
cis muurolo-3,5-dieno	1448	1449	0.76
alfa-humuleno	1454	1453	1.21
NI	-	-	2.00
gamma gurjunene	1475	1478	0.19
Miristicina	1517	1520	20.21
Elemicina	1555	1559	36.33
Viridiflorol	1592	1599	12.31
NI	-	-	2.78
NI	-	-	0.62
NI	-	-	0.76
Total			100
Identificado		92.85 %	
No identificado		7.15 %	

^a índice de retención teórico según Adams 2012, ^b índice de retención experimental calculado a partir de la comparación con serie de alcanos C8-C30.

^a Theoretical retention index according to Adams 2012, ^b Experimental retention index calculated based on the comparison with the C8-C30 alkane series.

Identificación, crecimiento y reproducción de los ácaros

Se confirmó la identidad de la especie *Tetranychus urticae*, ácaro cuyas características morfológicas, coloración verdosa-marrón y manchas laterales son claramente identificables. La Figura 1 muestra la anatomía del ácaro, su crecimiento y reproducción.

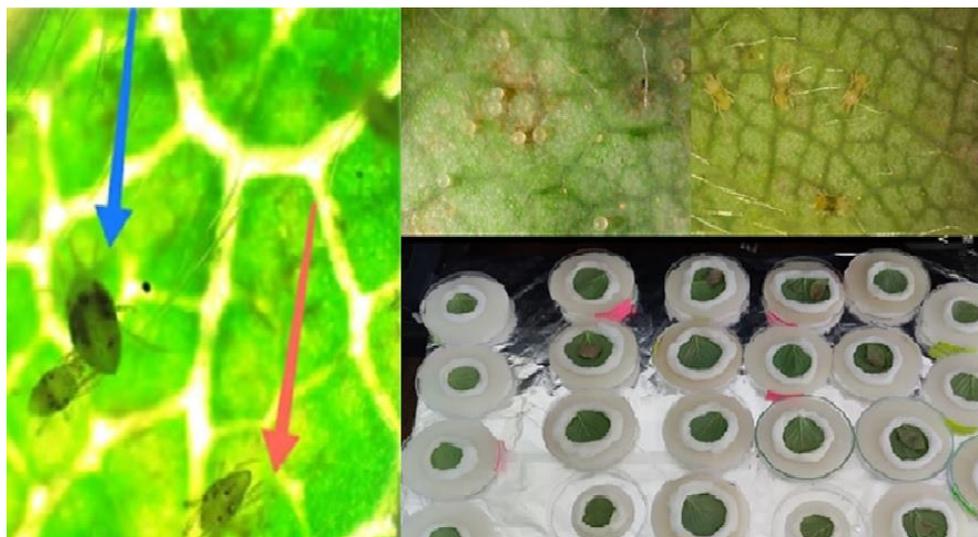


Figura 1. *Tetranychus urticae*, morfofología, reproducción y crecimiento hasta estado ninfal.
Figure 1. *Tetranychus urticae*, morphology, reproduction, and growth up to the nymphal stage.

Evaluación de la actividad ovicida

Ambos aceites esenciales muestran una actividad que inhibe la viabilidad de los huevos de *T. urticae*, misma que fue evaluada como huevos no viables y como porcentaje. Los valores del testigo positivo sobrepasan el 80%, mientras que para *C. ambrosioides* a la máxima concentración evaluada es de un 26% y para *P. inaequalifolia* de un 30%. En la Tabla 3 se aprecian los resultados del ensayo.

Tabla 3. Efecto de la aplicación individual de aceite esencial de *C. ambrosioides* y *P. inaequalifolia* contra la viabilidad de los huevos.

Table 3. Effect of individual application of essential oil of *C. ambrosioides* and *P. inaequalifolia* against egg viability.

Concentración (%)	Inhibición de eclosión de huevos %	
	<i>C. ambrosioides</i>	<i>P. inaequalifolia</i>
Control negativo (DMSO)	1.50 ± 0.866 (3.00%)	1.50 ± 0.645 (3.00%)
0.5	0.25 ± 0.250 (0,50%)	0.00 ± 0.000 (0,00%)
1	0.50 ± 0.288 (1.00%)	1.00 ± 0.707 (2.00%)
2	3.25 ± 1.973 (6.50%)	3.25 ± 1.108 (6.50%)
3	8.25 ± 1.797 (16.50%)	12.00 ± 1.779 (24.00%)
4	13.00 ± 1.080 (26.00%)	15.00 ± 2.380 (30.00%)
Control positivo (Tetradifon 8)	40.75 ± 0.750 (81.50%)	43.00 ± 1.779 (86.00%)

Los datos se expresan como el valor medio ± su desviación estándar para una probabilidad $p \leq 0.05$
 The data are expressed as the mean value ± standard deviation for a probability of ≤ 0.05

Evaluación de la dosis letal media (DL₅₀)

Los resultados obtenidos para los aceites son diferentes, para *P. inaequalifolia* se observan CL₅₀ en un rango de 4.1% a 3.24% en dependencia del tiempo de exposición; mientras que en *C. ambrosioides*, los valores de CL₅₀ son considerablemente más altos entre 22.65% a 12.61%, lo que implica una menor actividad acaricida (Tabla 4).

DISCUSIÓN

Los estudios realizados en el aceite esencial de *C. ambrosioides*, dan cuenta de resultados bastante diversos, un análisis hecho en Brasil, indica que son el cis y trans ascaridol los compuestos más abundantes, con cerca del 80% (Jardim *et al.*, 2008), el aceite evaluado el 3.94%. Otra investigación de Camerún señala al α -terpineno como el más abundante con alrededor del 50% (Chekem *et al.*, 2010), que en la investigación realizada no se encuentra. Un tercer estudio ejecutado en Colombia indicó que α -terpineno (60.3%) y p-cimeno (20.5%) se encuentran en porcentajes elevados, mientras que el ascaridol llega al 2% (Jaramillo C *et al.*, 2012). Como se puede apreciar los reportes de composición química dependen del origen, lo que dificulta una comparación precisa, pues el aceite varía muchísimo de acuerdo a la ecología.

En el caso del aceite esencial de *P. inaequalifolia*, existe coincidencia en la presencia de miristicina y elimicina como componentes abundantes, elimicina (13.29%) y miristicina (10.07%) (Rivera *et al.*, 2015), otro estudio destaca a elimicina (27.44%) y miristicina (15.45%) (Valarezo *et al.*, 2023).

A excepción del estudio detallado por Santacruz y Noriega 2016 en la congona, no se aprecian otras investigaciones hechas en los dos aceites esenciales como acaricida, sin embargo, partiendo del uso ancestral detallado en las especies como insecticida se valida el presente estudio. En el caso de *C. ambrosioides*, la etnobotánica valora su empleo insecticida y acaricida (Kasali *et al.*, 2021). En *P. inaequalifolia* el estudio previo de Santacruz y Noriega 2016 y su abundante presencia de moléculas insecticidas fundamentan su evaluación.

CONCLUSIONES

Los resultados de los ensayos permiten apreciar actividad ovicida importante en ambos aceites, mismos que estarían vinculadas a una afectación de naturaleza tóxica en los huevos luego del rocío de las soluciones del ensayo.

En la actividad acaricida se observa una menor actividad en los aceites, siendo pobre para *C. ambrosioides* con valores de CL₅₀ muy concentrados y mejor para *P. inaequalifolia* con valores de CL₅₀ que tendrían sentido en una formulación comercial (alrededor de un 4%). Dado que los datos a las concentraciones del estudio no llegaron al 50% de letalidad el ensayo Probit pierde significancia y por ende se concluye que a las concentraciones evaluadas no existe una alta mortalidad.

Tabla 4. Actividad acaricida en los aceites esenciales de *Peperomia inaequalifolia* y *Chenopodium ambrosioides* evaluada en 4 diferentes tiempos de exposición. Los datos se expresan como el valor \pm su desviación estándar para una probabilidad $p \leq 0,05$.

Table 4. Acaricidal activity in the essential oils of *Peperomia inaequalifolia* and *Chenopodium ambrosioides* evaluated at 4 different exposure times. Data are expressed as the mean \pm standard deviation for a probability of $p \leq 0.05$

Especie	Tratamientos	% Mortalidad de hembras adultas (tiempo después de la aplicación).				CL ₅₀
		24h	48h	72h	120h	
<i>P. inaequalifolia</i>	Control absoluto	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	
	Control negativo	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	
	Control positivo	25.60 \pm 1.21	31.20 \pm 1.20	44.80 \pm 0.800	45.60 \pm 0.68	
	0,156%	2.40 \pm 0.25	2.40 \pm 0.25	4.00 \pm 0.32	5.60 \pm 0.51	24 h (4.1%)
	0,3125%	3.20 \pm 0.49	7.20 \pm 0.58	8.00 \pm 0.55	8.80 \pm 0.58	48 h (3.95%)
	0,625%	7.80 \pm 0.80	9.20 \pm 1.11	11.30 \pm 1.14	13.60 \pm 1.03	72 h (3.39%)
	1,25%	9.60 \pm 1.17	15.20 \pm 0.92	22.40 \pm 0.93	27.20 \pm 1.07	120 h (3,24%)
	2,5%	32.00 \pm 0.95	32.80 \pm 0.97	36.80 \pm 1.43	37.60 \pm 1.50	
<i>C. ambrosioides</i>	Control absoluto	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	
	Control negativo	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0,00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	
	Control positivo	21.60 \pm 1.208	35.20 \pm 0.86	39.20 \pm 0.37	44.00 \pm 0.63	
	0,156%	0.40 \pm 0,245	0.40 \pm 0.25	0.700 \pm 0.55	0.80 \pm 0.49	24 h (22.65%)
	0,3125%	1.20 \pm 0.678	1.30 \pm 0.74	1.40 \pm 0.75	1.61 \pm 0.68	48 h (19.41%)
	0,625%	2.30 \pm 0.510	2.50 \pm 0.74	2.76 \pm 0.87	3.10 \pm 0.87	72 h (12.75%)
	1,25%	4.40 \pm 0.490	5.20 \pm 0.55	6.60 \pm 0.68	4.25 \pm 0.68	120 h (12.61%)
	2.5%	5.60 \pm 0.748	6.40 \pm 0.93	9.60 \pm 1.03	10.40 \pm 1.50	

LITERATURA CITADA

- Adams, R. P. (2012). Identification of Essential Oils by Ion trap Mass Spectroscopy. Academic Press.
- Adesanya, A. W., Lavine, M. D., Moural, T. W., Lavine, L. C., Zhu, F., & Walsh, D. B. (2021). Mechanisms and management of acaricide resistance for *Tetranychus urticae* in agroecosystems. In *Journal of Pest Science* (Vol. 94, Issue 3). <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01342-x>
- Afify, A. E. M. M. R., Ali, F. S., & Turkey, A. F. (2012). Control of *Tetranychus urticae* Koch by extracts of three essential oils of chamomile, marjoram and *Eucalyptus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(1). [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60184-6](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60184-6)
- Aglagane, A., Laghzaoui, E. M., Soulaïmani, B., Er-Rguibi, O., Abbad, A., Mouden, E. H. El, & Aourir, M. (2022). Acaricidal activity of *Mentha suaveolens* subsp. *timija*, *Chenopodium ambrosioides*, and *Laurus nobilis* essential oils, and their synergistic combinations against the ectoparasitic bee mite, *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Journal of Apicultural Research*, 61(1). <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1898787>
- Aguilar, G., Calva, J., Cartuche, L., Salinas, M., & Armijos, C. (2023). Chemical Constituents, Enantiomer Content, Antioxidant and Anticholinesterase Activities of *Valeriana microphylla* Kunth Essential Oil. *Plants*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/plants12112155>
- Aragón, J. P., Parra, E., Chicaiza, Á., & Aragón, M. (2019). Análisis de la cadena agroproductiva de cebada (*Hordeum vulgare*) del Carchi y frutilla (*Fragaria* sp) en Pichincha. *Natura@economía*, 4(2). <https://doi.org/10.21704/ne.v4i2.1410>
- Babushok, V. I., Linstrom, P. J., & Zenkevich, I. G. (2011). Retention Indices for Frequently Reported Compounds of Plant Essential Oils. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, 40(4). <https://doi.org/10.1063/1.3653552>
- Bamel, K., & Gulati, R. (2021). Biology, population built up and damage potential of Red spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on marigold: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 9(1). <https://doi.org/10.22271/j.ento.2021.v9.i1h.8201>
- Chekem, M. S. G., Lunga, P. K., Tamokou, J. de D., Kuate, J. R., Tane, P., Vilarem, G., & Cerny, M. (2010). Antifungal properties of *Chenopodium ambrosioides* essential oil against candida species. *Pharmaceuticals*, 3(9). <https://doi.org/10.3390/ph3092900>
- Deaquiz Oyola, Y. A., Torres cabra, E., & Espinosa Suarez, C. L. (2022). Actividad acaricida in vitro del aceite esencial de tomillo contra el ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 14(1). <https://doi.org/10.22490/21456453.5822>
- İnak, E., Alpkent, Y. N., Çobanoğlu, S., Dermauw, W., & Van Leeuwen, T. (2019). Resistance incidence and presence of resistance mutations in populations of *Tetranychus urticae* from vegetable crops in Turkey. *Experimental and Applied Acarology*, 78(3). <https://doi.org/10.1007/s10493-019-00398-w>
- Jaramillo C, B. E., Duarte R, E., & Delgado, W. (2012). Bioactivity of essential oil from Colombian *Chenopodium ambrosioides*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(1).
- Jardim, C. M., Jham, G. N., Dhingra, O. D., & Freire, M. M. (2008). Composition and antifungal activity of the essential oil of the brazilian *Chenopodium ambrosioides* L. *Journal of Chemical Ecology*, 34(9). <https://doi.org/10.1007/s10886-008-9526-z>
- Kasali, F. M., Tusiimire, J., Kadima, J. N., & Agaba, A. G. (2021). Ethnomedical uses, chemical constituents, and evidence-based pharmacological properties of *Chenopodium ambrosioides* L.: extensive overview. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s43094-021-00306-3>
- Kouam, M. K., Payne, V. K., Miégoué, E., Tendonkeng, F., Lemoufouet, J., Kana, J. R., Boukila, B., Pamo, E. T., & MNM, B. (2015). Evaluation of In Vivo Acaricidal Effect of Soap Containing Essential Oil of *Chenopodium ambrosioides* Leaves on *Rhipicephalus lunulatus* in the Western Highland of Cameroon. *Journal of Pathogens*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/516869>
- Liu, Z., Wu, F., Liang, W., Zhou, L., & Huang, J. (2022). Molecular Mechanisms Underlying Metabolic Resistance to Cyflumetofen and Bifenthrin in *Tetranychus urticae* Koch on

Recibido:
27/agosto/2023

Aceptado:
12/enero/2024

- Cowpea. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(24). <https://doi.org/10.3390/ijms232416220>
- Mendoza León, D., Dobronski Arcos, J., Vásquez Freytez, C., Frutos Pinto, V., & Paredes Carreño, S. (2018). Control de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con *Bacillus subtilis* en hojas de fresa (*Fragaria vesca*). *Agronomía Costarricense*. <https://doi.org/10.15517/rac.v43i1.35676>
- Miresmailli, S., Bradbury, R., & Isman, M. B. (2006). Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. *Pest Management Science*, 62(4). <https://doi.org/10.1002/ps.1157>
- Namin, H. H., Zhurov, V., Spenler, J., Grbić, M., Grbić, V., & Scott, I. M. (2020). Resistance to pyridaben in Canadian greenhouse populations of two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae* (Koch). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104677>
- Noriega Rivera, P. (2009). Extracción, química, actividad biológica, control de calidad y potencial económico de los aceites esenciales. *La Granja*, 10(2). <https://doi.org/10.17163/lgr.n10.2009.01>
- Nunes, G., & Novello, D. (2021). Morango (*Fragaria x Ananassa* Duch): produtividade, composição química, nutricional e sensorial. *Revista Valore*, 6. <https://doi.org/10.22408/rev602021279e-6002>
- Nwanade, C. F., Wang, M., Wang, T., Zhang, X., Zhai, Y., Zhang, S., Yu, Z., & Liu, J. (2021). The acaricidal activity of cinnamon essential oil: current knowledge and future perspectives. *International Journal of Acarology*, 47(5). <https://doi.org/10.1080/01647954.2021.1936632>
- Patel, N. B., Bhatt, N. A., & Patel, C. C. (2020). Effect of weather parameters on incidence of brinjal mite, *Tetranychus urticae* Koch and its predatory mite, *Amblyseius alstoniae* Gupta. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(4), 3095–3099.
- Rivera, P. N., Mosquera, T., Baldisserotto, A., Abad, J., Aillon, C., Cabezas, D., Piedra, J., Coronel, I., & Manfredini, S. (2015). Chemical Composition and in-vitro biological activities of the essential oil from leaves of *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. In ~ 29 ~ *American Journal of Essential Oils and Natural Products* (Vol. 2, Issue 4).
- Santacruz Paola, Noriega Paco (2016). La Congona: Evaluación del efecto acaricida del aceite esencial de las hojas de Congona sobre ácaros de frutilla. Editorial Académica Española. Madrid España
- Schmidt-Jeffris, R. A., Coffey, J. L., Miller, G., & Farfan, M. A. (2021). Residual Activity of Acaricides for Controlling Spider Mites in Watermelon and Their Impacts on Resident Predatory Mites. *Journal of Economic Entomology*, 114(2). <https://doi.org/10.1093/jee/toaa320>
- Schulze, T. L., & Jordan, R. A. (2021). Synthetic pyrethroid, natural product, and entomopathogenic fungal acaricide product formulations for sustained early season suppression of host-seeking ixodes scapularis (Acari: Ixodidae) and *Amblyomma americanum* nymphs. *Journal of Medical Entomology*, 58(2). <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa248>
- Selles, S. M. A., Kouidri, M., González, M. G., González, J., Sánchez, M., González-Coloma, A., Sanchis, J., Elhachimi, L., Sonia Olmeda, A., Tercero, J. M., & Valcárcel, F. (2021). Acaricidal and repellent effects of essential oils against ticks: A review. In *Pathogens* (Vol. 10, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/pathogens10111379>
- Valarezo, E., Herrera-García, M., Astudillo-Dávila, P., Rosales-Demera, I., Jaramillo-Fierro, X., Cartuche, L., Meneses, M. A., & Morocho, V. (2023). Study of the Chemical Composition and Biological Activity of the Essential Oil from Congona (*Peperomia inaequalifolia* Ruiz and Pav.). *Plants*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/plants12071504>
- Wu, Y., Ren, D., Gao, C., Li, J., Du, B., Wang, Z., & Qian, S. (2021). Recent advances for alkaloids as botanical pesticides for use in organic agriculture. In *International Journal of Pest Management*. <https://doi.org/10.1080/09670874.2021.1917723>