

Control alternativo de *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) con polvos vegetales

Alternative control of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) with botanical dusts

Jorge Ismael Tucuch-Haas¹, María Alma Rangel-Fajardo¹, Fernando Casanova-Lugo²,
Esaú Ruíz-Sánchez³, Fernando Utrera-Quintana⁴, Cesar Jacier Tucuch-Haas^{5*}

¹Campo Experimental Mochá, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, km 25 antigua carretera Mérida-Motul, 97454, Mochá, Yucatán, México.

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega Km 21.5, Ejido Juan Sarabia, 77965, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

³Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico s/n, 97345, Conkal, Yucatán, México.

⁴Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Carretera Cañada Morelos km 7.5, 75492, El Salado Tecamachalco, Puebla, México.

⁵Tecnológico Nacional de México/ITS del Sur del Estado de Yucatán, carretera Muna-Felipe Carrillo Puerto Tramo Oxkutzcab-Akíl, km. 41+400, 97880, Oxkutzcab, Yucatán, México.

*Autor para correspondencia: cesar_5204@hotmail.com

Fecha de recepción:

4 de junio de 2020

Fecha de aceptación:

8 de julio de 2020

Disponible en línea:

23 de octubre de 2020

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-

NoComercial-

CompartirIgual 4.0

Internacional

RESUMEN

Aethina tumida Murray (Coleoptera: Nitidulidae), es una plaga de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), responsable de pérdidas económicas en la producción de miel. En México no existe un producto autorizado para su control. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto tóxico de *Dysphania ambrosioides* L., *Ocimum basilicum* L. y *Origanum vulgare* L. en la sobrevivencia de adultos de *A. tumida*. *Dysphania ambrosioides* registró la mayor tasa de mortalidad (100%) a 1, 5 y 10 g después de 24 o 48 h del tratamiento, siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos ($P \leq 0.05$). Para *O. basilicum* y *O. vulgare*, la dosis y el tiempo jugaron un papel importante en su efectividad (69.2 y 65.8% respectivamente) con la dosis de 10 g a las 48 h posteriores al tratamiento. El polvo de *D. ambrosioides* fue el mejor tratamiento para el control de *A. tumida*.

PALABRAS CLAVE

Dysphania ambrosioides, *Ocimum basilicum*, *Origanum vulgare*, *Apis mellifera*, Apicultura.

ABSTRACT

Aethina tumida Murray (Coleoptera: Nitidulidae), is a pest of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), responsible for economic losses in honey production. In Mexico, there are no authorized pesticide products for its control. The main objective of this investigation was to evaluate the toxic effect of *Dysphania ambrosioides* L., *Ocimum basilicum* L., and *Origanum vulgare* L. on the survival of adults of *A. tumida*. *Dysphania ambrosioides* registered the highest mortality rate (100%) at 1, 5 and 10 g 24 or 48 hours after treatment, being statistically different from the rest of the treatments ($P \leq 0.05$). Treatments based on *O. basilicum* and *O. vulgare*, in which dose and time played an important role, both demonstrated greater effectiveness (69.2 and 65.8% respectively), with a 10 g dose 48 hours after treatment. *Dysphania ambrosioides* powder proved to be the best treatment for the control of *A. tumida*.

KEYWORDS

Dysphania ambrosioides, *Ocimum basilicum*, *Origanum vulgare*, *Apis mellifera*, apiculture.

INTRODUCCIÓN

La abeja, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), es una especie de importancia mundial por sus múltiples beneficios, como: la producción de miel, la polinización y la conservación de las especies (May 2015). Para México, la apicultura es relevante por sus aportes socioeconómicos y ecológicos (Magaña et al. 2017), ya que genera divisas (56.4 millones de dólares) con la producción de miel, polen y otros productos de la colmena (FAO 2010). Además, al recolectar el néctar y el polen de las flores, las abejas fomentan la polinización, con lo cual contribuyen a la multiplicación y conservación de las especies (Sosenski y Domínguez 2018).

Por lo anterior, resulta de suma importancia cuidar y proteger las colonias de *A. mellifera*; sin embargo, la actividad apícola se ve afectada por plagas y enfermedades, entre las cuales se encuentran *Varroa destructor* (Anderson y Trueman), *Nosema apis* (Zander), *Acarapis woodi* (Rennie) (Medina-Flores et al. 2014) y recientemente *Aethina tumida* (Murray), el pequeño escarabajo de la colmena (PEC) (Al Toufailia et al. 2017).

Aethina tumida es un parásito-carroñero de *A. mellifera* y otras colonias de abejas sociales originario del África subsahariana, donde representa una plaga menor (Neumann et al. 2016). Ha sido reportado en Italia (Palmeri et al. 2015), Brasil (Pereira et al. 2019), Costa Rica (Calderón y Ramírez 2019), Estados Unidos, Canadá, México, Cuba y Nicaragua (Al Toufailia et al. 2017), lugares donde ha ocasionado la pérdida total de colonias. Los adultos de *A. tumida* se alimentan y desarrollan en el interior de la colmena; las hembras ovipositan en rendijas y cavidades, de donde eclosionarán las larvas que se alimentan de la cría de las abejas, así como de miel, polen y cera; todo ello, además de ocasionar la muerte de las crías, provoca la fermentación de la miel y la destrucción de los panales (Neumann et al. 2016).

Durante la alimentación de las larvas y los adultos de *A. tumida*, éstos defecan sobre los panales, ocasionando la fermentación de la miel y la dispersión de la colonia, para concluir con la enjambrazón o colapso de la colonia (Pirk et al. 2016). Cuando las larvas alcanzan el tamaño adecuado (4.5 mm a 1.2 cm de largo y 1.6 mm de ancho) y están próximas a pupar, abandonan la colmena y se dejan caer para enterrarse

y continuar con la metamorfosis que da origen a un escarabajo (Lundie 1940).

A pesar de los esfuerzos efectuados, actualmente, en México, no existe un producto registrado y autorizado por la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS 2019) para el control de *A. tumida*, que sea ecológico y libre de residuos químicos. Debido a lo antes mencionado, es de suma importancia desarrollar un método de control amigable con el ambiente, así como con el ser humano y con las abejas. Publicaciones recientes sostienen que extractos vegetales a base de epazote, orégano y albahaca poseen propiedades entomotóxicas para coleópteros; dichas plantas se encuentran disponibles en la Península de Yucatán (Rodríguez-González et al. 2019). Por lo tanto, la aplicación de polvos vegetales podría ser un método de control alternativo deseable. Con base en lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto tóxico del epazote (*Dysphania ambrosioides* L.), el orégano (*Origanum vulgare* L.) y la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en la mortalidad del pequeño escarabajo de la colmena.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de entomología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIR-Sureste (Km. 25 Carretera Mérida-Motúl, Mochochá, Yucatán).

Colonia de insectos

Se estableció una colonia de *A. tumida* susceptible a insecticidas en cámaras de cría, con adultos (machos y hembras) sanos, originalmente recolectados en enjambres y colonias silvestres, donde se ha reproducido desde 2018 (20 ± 4 generaciones). Las cámaras de cría consistieron en dos secciones, diseñadas con recipientes de plástico con capacidad de 5 L; la primera sección —denominada superior o área de alimentación y apareamiento— contenía orificios (2 mm) en la base del fondo, para permitir el traslado de la larva en etapa errante o próximo a pupar a la sección inferior (suelo). En la tapa de la sección superior se confeccionó una ventana (10 cm de diámetro), cubierta con tela de organza (-1 mm), para facilitar el flujo de aire (ventilación); en el interior de la sección superior,

se introdujo cartón (20 cm de ancho y 15 cm de largo), cera estampada (10 cm²), sustituto de polen y miel (2:1 p/p) como fuente de alimento, proporcionado cada 7 días a razón de 10 g por cámara. Las condiciones de esta sección fueron 28 ± 2 °C y 70% humedad relativa. La segunda sección —denominada inferior o área de metamorfosis— contenía 300 g de suelo franco-arcilloso; a esto se le agregaron 10 mL de agua por semana para mantener la humedad y la temperatura a 28 ± 2 °C en oscuridad permanente.

Una vez identificada la presencia de las primeras pupas, el sustrato de la parte inferior de la cámara se trasladó a un recipiente con 20 L de capacidad, en donde se esperó la emergencia de los adultos, para ser trasladados a otro recipiente de 2 L de capacidad y proporcionarles alimentación y cuidado, como lo proponen Mürrle y Neumann (2004) y Neumann et al. (2013). Para los ensayos se utilizaron escarabajos con 7 días de emergencia (de color oscuro o completamente esclerosado). El monitoreo y recolección de los escarabajos recién emergidos se hizo cada 24 h.

Material vegetal

En los patios del municipio de Mochochá (Latitud 21° 08' N y Longitud 89° 27' O), Conkal (Latitud 21° 04' N y Longitud 89° 31' O) y Mérida (Latitud 20° 58' N y Longitud 89° 37' O), se colectaron cinco kg de hojas jóvenes de epazote (*D. ambrosioides*), albahaca (*O. basilicum*) y orégano (*O. vulgare*), provenientes de plantas de traspatio. Las hojas recién colectadas se enjuagaron con agua destilada y se colocaron sobre mesas de trabajo (expuestas al sol durante 24 h), para su secado a temperatura ambiente (33 ± 35 °C); posteriormente, se ingresaron al laboratorio, donde se colocaron en charolas de aluminio y se introdujeron dentro de un horno (BLUE M, modelo 0V-490A-2, graduado a una temperatura de 60°C constante), para eliminar la humedad ambiental, con revisiones periódicas cada 30 minutos hasta que la parte vegetativa alcanzó peso constante. Una vez seco el material vegetal, se procedió a pulverizarlo con un molino eléctrico (IKA Works, inc., modelo M20 S3) y se pasó por un tamiz con malla fina (0.841 mm); se obtuvieron 2 ± 0.5 kg de polvo fino de cada material. Los polvos vegetales se almacenaron en frascos con cierre hermético, previamente etiquetados, y se conservaron a temperatura ambiente hasta su uso.

Ensayo de mortalidad

Se evaluaron tres polvos vegetales (*D. ambrosioides*, *O. basilicum* y *O. vulgare*), cada uno con cuatro niveles (0, 1, 5 y 10 g), suministrado mediante contacto directo. Para tal propósito, se emplearon cajas Petri de plástico (4 cm de diámetro), con ventilación, donde se introdujeron 10 escarabajos (previamente anestesiados con CO₂ a 30 psi durante un minuto para facilitar su manipulación), a los que se les aplicó el polvo vegetal en la dosis correspondiente sobre el cuerpo del insecto (la cantidad aplicada se dejó en la caja Petri para el libre contacto polvo-insecto). Se consideró muerto aquel individuo que no moviera las antenas, que no caminara o no respondiera al toque del pincel (Tucuch-Haas et al. 2010). El máximo nivel de mortalidad aceptable para el testigo sin tratar fue 20% y se corrigió mediante la fórmula de Abbott (Abbott 1925). En todos los casos, los escarabajos tratados se mantuvieron a temperatura ambiente (30 ± 3 °C) y oscuridad total. La variable respuesta fue el porcentaje de mortalidad de los escarabajos (24 y 48 h después de iniciado el ensayo), que se calculó utilizando la fórmula de Baba (Baba-Tierro 1994).

Diseño experimental y análisis estadístico

Los experimentos fueron dispuestos bajo un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial 3x4x2, con 12 repeticiones; el factor principal fueron los polvos vegetales de las tres especies en estudio, seguido de las cuatro dosis empleadas y dos tiempos de exposición; como unidad experimental se tomó una caja Petri con 10 individuos. Posteriormente, los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA); cuando se detectaron diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparación de medias por Tukey, con un nivel de confianza de 95%, usando el paquete SAS versión 9.3 (SAS 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad de *A. tumida*

Los polvos evaluados a base de epazote (*D. ambrosioides*), albahaca (*O. basilicum*) y orégano (*O.*

vulgare) demostraron tener efectos tóxicos sobre *A. tumida* (78.4, 47.1 y 42.2% respectivamente), lo cual apoya los resultados de Vite-Vallejo et al. (2018), quienes señalaron que algunos extractos a base de plantas (Apicure®) poseen propiedades tóxicas sobre *A. tumida*. Además, son coincidentes con los resultados encontrados en otros estudios para plagas diferentes, como *D. ambrosioides*, que presentó actividad insecticida contra el escarabajo oscuro de las granjas avícolas *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae) (Arena et al. 2018); *O. basilicum*, el cual mostró toxicidad contra *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) (Silva et al. 2017) y *O. vulgare*, que presenta metabolitos secundarios con actividad insecticida contra *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) (Vite-Vallejo et al. 2018); estos resultados los muestran como una herramienta para el manejo de plagas.

Cuadro 1. Ingredientes y composición química de las dietas experimentales (%)

Factor	Variable respuesta Mortalidad (%)
Control (especie vegetal)	
<i>O. vulgare</i>	42.28 ± 3.20 b*
<i>D. ambrosioides</i>	78.44 ± 3.28 a
<i>O. basilicum</i>	47.19 ± 3.30 b
Dms	5.62
Dosis (gramos de polvo)	
0	8.89 ± 1.64 c
1	65.64 ± 3.63 b
5	71.01 ± 3.55 b
10	78.33 ± 3.24 a
Dms	7.12
Tiempo de exposición (horas)	
24	41.18 ± 2.95 b
48	70.76 ± 2.51 a
DMS	3.84

*= Medias con la misma letra en cada variable y cada factor no son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS: diferencia mínima significativa.

La aplicación de los polvos vegetales evaluados mostró diferencias en la mortalidad de los escarabajos adultos ($P \leq 0.05$) (Cuadro 1). El tratamiento a base de *D. ambrosioides* fue el que arrojó la mejor respuesta, con

78.4% de mortalidad en promedio, después de las 48 h de haber sido aplicado el tratamiento; estadísticamente, fue el más diferente al resto de los tratamientos ($P \leq 0.05$). El resto de los extractos vegetales registraron una mortalidad de 47.1 y 42.2%, respectivamente, para *O. basilicum* y *O. vulgare*, lo cual representa un efecto de 40 y 46.5% por debajo del extracto de epazote. La dosis de 10 g demostró 78% de mortalidad y una diferencia significativa con respecto a la dosis de 0 g, es decir, 50% de diferencia (Cuadro 1). Por su parte, para el tiempo de exposición, el lapso de 48 h presentó el máximo porcentaje de mortalidad con 29.58% por encima del de 24 h (Cuadro 1).

En la interacción dosis-especie, se puede apreciar una diferencia ($P \leq 0.05$) entre las diferentes dosis y el testigo, mientras que entre las dosis (1, 5 y 10 g), sólo *D. ambrosioides* no presentó diferencias significativas; se reportó 100% de mortalidad para las tres concentraciones, contrario a lo ocurrido para *O. vulgare* y *O. basilicum*, en los cuales la efectividad estuvo en función de la dosis: a mayor dosis mayor efectividad (Figura 1).

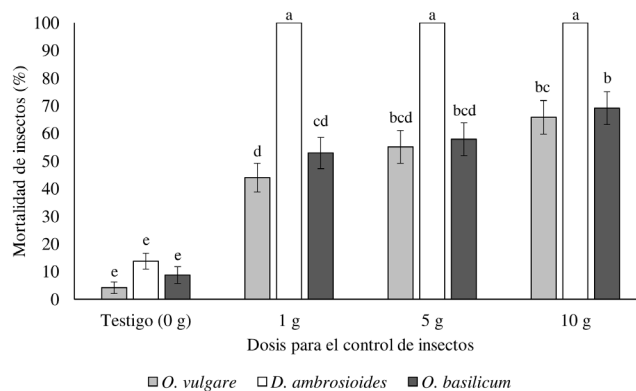


Figura 1. Mortalidad de insectos adultos de *Aethina tumida* tratados con diferentes polvos de tres especies de plantas colectadas en Yucatán, México, a diferentes dosis. Cada punto es la media de 12 repeticiones ± error estándar. Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

En la interacción especie-horas de exposición que se reporta en la Figura 2, se puede notar que las horas de exposición son determinantes para la efectividad de los polvos, lo cual resulta más notorio para *O. vulgare* y *O. basilicum*, donde la diferencia de mortalidad de las 24 h respecto a las 48 h fue de 50%, mientras que para el epazote fue de 5%. En cuanto a la interacción dosis-tiempo, está claro que ambos tienen una gran influencia para la expresión de una mayor efectividad

en la mortalidad; como se puede apreciar, existe un efecto ascendente de acuerdo con las dosis empleadas y el tiempo de exposición (Figura 2).

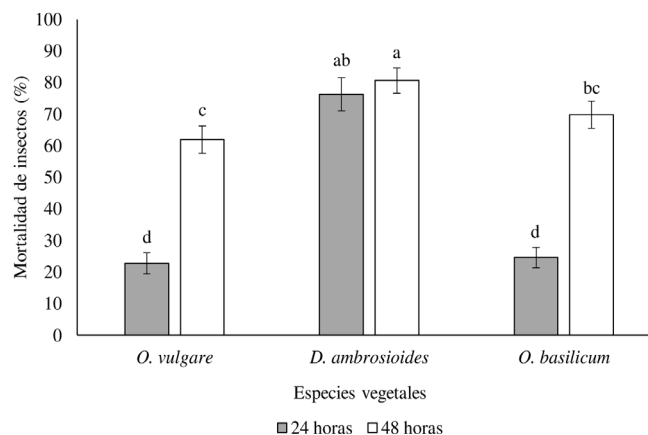


Figura 2. Mortalidad de adultos de *Aethina tumida* expuestos a polvos vegetales de tres especies de plantas colectadas en Yucatán, México, por periodo de 24 y 48 horas. Cada punto es la media de 12 repeticiones \pm error estándar. Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

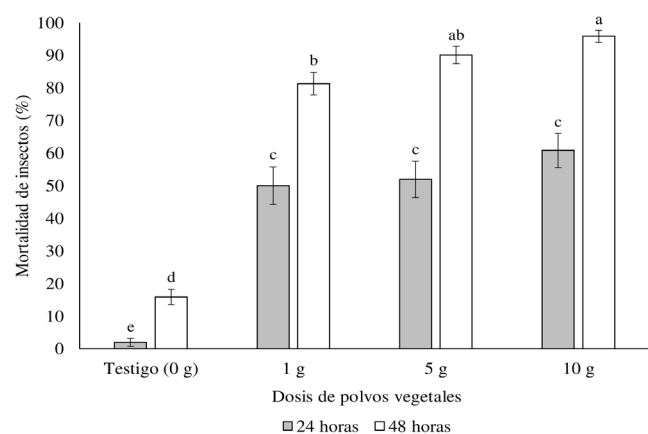


Figura 3. Mortalidad de adultos de *Aethina tumida* en relación con la dosis de polvo vegetal y el tiempo de exposición de tres especies de plantas. Cada punto es la media de 12 repeticiones \pm error estándar. Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Estos comportamientos en las interacciones sugieren que los factores dosis-especie y especie-tiempo de exposición son determinantes para la expresión de un mayor efecto en *O. basilicum* y *O. vulgare*. Por el contrario, para *D. ambrosioides*, éstos fueron indiferentes al efecto, por lo que pueden apreciarse valores similares en la respuesta; lo anterior lo sugiere como el mejor tratamiento, debido a que la expresión de su efectividad puede ocurrir en menor tiempo y con la dosis baja. El poder biocida reflejado por *D. ambrosioides* sobre *A. tumida* se debe al contenido de cis-ascaridole (60.33%), m-cimeno (22.17%) y

α -terpinene (1.79%), combinado con el solvente etanol (Mokni et al. 2019), ya que dichas sustancias actúan inhibiendo la acetilcolinesterasa (enzima responsable de la transmisión de los impulsos nerviosos que van desde las fibras nerviosas hasta las células musculares y glandulares), con IC_{50} igual a 77 $\mu\text{g} / \text{mL}$ (Pavela et al. 2018). Estos elementos le confieren propiedades antibacterianas contra *Staphylococcus aureus* (256 $\mu\text{g} / \text{mL}$) y *Pseudomonas aeruginosa* (512 $\mu\text{g} / \text{mL}$) (Bezerra et al. 2019), y poder antiviral contra el virus Coxsackie humano B (CV-B4), con IC_{50} igual a 21.75 $\mu\text{g} / \text{mL}$ (Mokni et al. 2019). Además, presenta actividades antioxidantes significativas, citotóxico, antimicrobiano y anti-diabético (Zohra et al. 2018).

Asimismo, la respuesta observada para el polvo vegetal a base de *O. basilicum* demostró efectividad de 69.2% con la dosis de 10 g (Figura 3); esto concuerda con los resultados publicados por Rodríguez-González et al. (2019), quienes documentaron que la aplicación de 120 μL de aceite esencial a base de *O. basilicum* por caja Petri (90 mm de diámetro con 20 gorgojos) presenta 74.94% de mortalidad sobre el gorgojo del frijol *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), además de reducir significativamente la cantidad de frijoles dañados. Similar respuesta se obtuvo sobre larvas y adultos de *Tribolium confusum* DuVal (Coleoptera: Tenebrionidae), donde se alcanzó un control de 74 y 66%, respectivamente, después de 24 h de exposición a 250 ppm con el extracto de *O. basilicum* (Rodríguez-González et al. 2019). En este sentido, se ha señalado que cada 0.027 mg de insecto por un gramo del extracto de *O. basilicum* causa 50% de mortalidad de la población de larvas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), con un índice de toxicidad de 1194.07 (Cruz et al. 2017). Por su parte, 23.44, 21.17 y 18.56 ppm presentan 95% de mortalidad para larvas de *Culex tritaeniorhynchus* Giles (Diptera: Culicidae), *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) y *Anopheles subpictus* Grassi (Diptera: Culicidae), respectivamente (Govindarajan et al. 2013); estas evidencias exponen la capacidad de *O. basilicum* de generar toxicidad y repelencia significativa, lo que la convierten en una herramienta sostenible para el manejo de plagas (Silva et al. 2017); cabe señalar que la actividad insecticida de *O. basilicum* puede deberse a la presencia de linalool (52.42%), metil eugenol (18.74%) y 1, 8-cineol (5.61%) en las hojas (Govindarajan et al. 2013).

Origanum vulgare demostró mayor efectividad con la dosis de 10 g de polvo (65.8%), lo cual respalda su acción tóxica en plagas. Al respecto, Salvadores et al. (2007) sostienen que *O. vulgare* presenta acción insecticida de contacto contra *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en concentraciones de 4% (p/p), causando 80% de mortalidad; de igual manera, Baricevic et al. (2001) mencionan que *O. vulgare* posee toxicidad como fumigante y de contacto; esta última opción resulta la más efectiva para el control del gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say), al causar 100% de mortalidad de la población cuando se aplicó de manera directa 1 y 2 g del polvo por 55 g de frijol en caja Petri. Esta actividad insecticida se debe al carvacrol (58.13%), p-cimeno (17.85%), timol (8.15%), γ -terpinene (4.96%) y linalool (3.69%), sintetizados y acumulados por la planta (Téllez y Nolazco 2017; Xie et al. 2019). En este mismo sentido, extracto de *O. vulgare* a 12 y 15% de concentración obtuvieron 98 y 100% de mortalidad de ninfas y adultos de *Bemisia tabaci* Gennadius (Vite-Vallejo et al. 2018) y con 0.25 μ L / cm² de aceite esencial de *O. vulgare* se reporta 90.9% de mortalidad de pupas de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) (Xie et al. 2019). Nasr et al. (2017) reportan efectos larvicidas (tercer estadio) con 1.528% (v/v) sobre *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), mientras que Carhuallanqui et al. (2020) reportan a *O. vulgare* con efecto microbiano contra *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus*.

El patrón de comportamiento concentración-tiempo de las especies estudiadas registró diferencias ($P \leq 0.05$), lo que coincide con Santiago et al. (2014); dichos autores sostienen que a mayor tiempo de exposición (144 h) mayor mortalidad (97.5%), cuando aplicaron extracto acuoso de *D. ambrosioides* sobre adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). En este mismo sentido, Cruz et al. (2017) sostienen que al usar aceite esencial de *O. basilicum*, la repelencia y la mortalidad de *S. frugiperda* fue en aumento conforme se aumentó la dosis (0.05 a 0.40%) y el tiempo (1 a 4 h); en otro estudio similar, mencionan que el extracto de *O. vulgare* a dosis de 4% causa 80% de mortalidad 96 h después aplicar el tratamiento sobre adultos de *S. zeamais* (Salvadores et al. 2007); este comportamiento quizá se deba a que *D. ambrosioides*, *O. basilicum* y *O. vulgare* actúan inhibiendo la acetilcolinesterasa de los insectos, y que, a mayor

dosis y tiempo de exposición, presenta mayor efecto tóxico (Pavela et al. 2018).

Estos resultados y los de otros autores afianzan la idea del uso de extractos vegetales para el control de plagas agrícolas y pecuarias de manera sustentable; esto contribuye a lo que demanda la sociedad, debido a los problemas ambientales y de salud que han ocasionado los pesticidas sintéticos. Además, se suma una plaga más dentro de la lista de insectos controlados por estas tres especies de plantas y da la pauta para seguir indagando la acción insecticida de otras especies vegetales para el control del escarabajo de la colmena (*A. tumida*), el cual se ha convertido en una preocupación para los apicultores.

CONCLUSIÓN

Los polvos vegetales a base de epazote (*Dysphania ambrosioides*), albahaca (*Ocimum basilicum*) y orégano (*Origanum vulgare*) presentaron efecto tóxico para *A. tumida*, en comparación con el testigo. El estudio demuestra que 1 g de *D. ambrosioides* presenta 100% de mortalidad de los adultos de *A. tumida* después de 24 h de tratamiento; no así para los tratamientos a base de *O. basilicum* y *O. vulgare*, donde la dosis y el tiempo desempeñaron un papel muy importante.

AGRADECIMIENTOS

Sinceros agradecimientos a Randy Najaliel González González, por su participación en el desarrollo de esta investigación; de igual forma, se le agradece al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Centro Experimental, Mocochoá, Yucatán), por facilitar las instalaciones para llevar a cabo esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Abbott WS. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Al Toufalia H, Alves DA, Bená DC, Bento JMS, Iwanicki NSA, Cline AR, Ellis JD, Ratrieks FL. 2017. First record of small hive beetle *Aethina tumida* Murray, in South America. *Journal of Apicultural Research* 56: 76-80. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1284476>
- Arena JS, Omarini AB, Zunino MP, Peschiutta ML, Defagó MT, Zygodlo JA. 2018. Essential oils from *Dysphania ambrosioides* and *Tagetes minuta* enhance the toxicity of a conventional insecticide against *Alphitobius diaperinus*. *Industrial Crops and Products* 122: 190-194. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.077>
- Baba-Tuerto N. 1994. The ability of powders and slurries from ten plant species to protect stored grains from attack by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* 30: 297-301. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(94\)90321-2](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(94)90321-2)
- Baricevic C, Milevoj L, Borstnik J. 2001. Insecticidal effect of oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* Ietswaart) on bean weevil (*Acanthoscelides obtectus* Say). *International Journal of Horticultural Science* 7: 84-88. <https://doi.org/10.31421/IJHS/7/2/272>
- Bezerra JWA, Costa AR, de Freitas MA, Rodríguez FC, de Souza MA, da Silva ARP, dos Santos ATL, Linhares KV, Coutinho HDM, Silva JRL, Morais-Braga MFB. 2019. Chemical composition, antimicrobial, modulator and antioxidant activity of essential oil of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* 65: 58-64. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2019.04.010>
- Calderón RA, Ramírez M. 2019. New record of the small hive beetle, *Aethina tumida*, in africanized honey bee colonies in Costa Rica. *Bee World* 96: 87-89. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2019.1579294>
- Carhuallanqui A, Salazar ME, Ramos D. 2020. Efecto antimicrobiano del aceite esencial de Orégano frente a *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus*. *Revista de Investigaciones Altoandinas* 22: 25-33. <http://doi.org/10.18271/ria.2020.530>
- [COFEPRIS] Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. [internet]. 2019. Consulta de Registros Sanitarios de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR [cited 2020 Jul 28]. Disponible en: <http://sui-pris03.cofepris.gob.mx/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>.
- Cruz GS, Wanderley-Teixeira V, da Silva LM, Dutra KA, Guedes CA, de Oliveira JV, Navarro DMA, Araújo BC, Teixeira AAC. 2017. Chemical composition and insecticidal activity of the essential oils of *Foeniculum vulgare* Mill., *Ocimum basilicum* L., *Eucalyptus staigeriana* F. Muell. ex Bailey, *Eucalyptus citriodora* Hook and *Ocimum gratissimum* L. and their major components on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 20: 1360-1369. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1383192>
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. [internet]. 2010. Dirección de Estadística. [cited 2020 Feb 3]. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Govindarajan M, Sivakumar R, Rajeswary M, Yogalakshmi K. 2013. Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Ocimum basilicum* (L.) against *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus* and *Anopheles subpicatus* (Diptera: Culicidae). *Experimental Parasitology* 134: 7-11. <http://doi.org/10.1016/j.exppara.2013.01.018>
- Lundie AE. 1940. The Small Hive Beetle *Aethina tumida*. Department of Agriculture and Forestry, Union of South Africa. Government Printer. Pretoria, South Africa.
- Magaña MÁ, Sanginés JR, Lara PE, Salazar LDL, Leyva CE. 2017. Competitividad y participación de la miel mexicana en el mercado mundial. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8: 43-52. <http://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4304>
- May T. 2015. Apicultura y conservación de la biodiversidad en el Caribe —muchos intereses convergentes y algunos divergentes— estudio de caso: República Dominicana. *Ambiente y Sostenibilidad* 5: 69-77. <https://doi.org/10.25100/ay.s.v5i1.4303>
- Medina-Flores CA, Guzmán-Novoa E, Espinosa-Montaña LG, Uribe-Rubio JL, Gutiérrez-Luna R, Gutiérrez-Piña FJ. 2014. Frecuencia de varroosis y noseosis en colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) en el estado de Zacatecas, México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 20: 159-167. <http://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.08.028>
- Mokni RE, Youssef FS, Jmii H, Khmiri A, Bouazzi S, Jlassi I, Jaidane H, Dhaouadi H, Ashour ML, Hammami S. 2019. The essential oil of tunisian *Dysphania ambrosioides* and its antimicrobial and antiviral properties. *Journal of*

- Essential Oil Bearing Plants 22: 282-294. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2019.1588171>
- Mürle T, Neumann P. 2004. Mass production of small hive beetles *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *Journal of Apicultural Research* 43: 144-145. <https://doi.org/10.1080/00218839.2004.11101125>
- Nasr M, Sendi JJ, Moharramipour S, Zibae A. 2017. Evaluation of *Origanum vulgare* L. essential oil as a source of toxicant and an inhibitor of physiological parameters in diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 16: 184-190. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.06.002>
- Neumann P, Evans JD, Pettis JS, Pirk CW, Schäfer MO, Tanner G, Ellis JD. 2013. Standard methods for small hive beetle research. *Journal of Apicultural Research* 52: 1-32. <https://doi.org/10.3896/IBRA.152.4.19>
- Neumann P, Pettis JS, Schäfer MO. 2016. Quo vadis *Aethina tumida*? Biology and control of small hive beetles. *Apidologie* 47: 427-466. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0426-x>
- Palmeri V, Scirtò G, Malacrino A, Laudani F, Campolo O. 2015. A scientific note on a new pest for European honeybees: First report of small hive beetle *Aethina tumida*, (Coleoptera: Nitidulidae) in Italy. *Apidologie* 46: 527-529. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0343-9>
- Pavela R, Maggi F, Lupidi G, Mbuntcha H, Woguem V, Womeni HM, Barboni L, Tapondjou LA, Benelli G. 2018. *Clausena anisata* and *Dysphania ambrosioides* essential oils: from ethno-medicine to modern uses as effective insecticides. *Environmental Science and Pollution Research* 25: 10493-10503. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0267-9>
- Pereira SN, Gottschalk S, Palmeira JLT, Paulino JM, Antunes RM, Bochat RM, da Silva VG, Morales PH, Soares LH, Prezoto F. 2019. Notes on *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in an apiary in the state of Rio de Janeiro. *EntomoBrasilis* 12: 88-90. <http://doi.org/10.12741/ebrasilis.v12i2.824>
- Pirk CW, Strauss U, Yusuf AA, Démares F, Human H. 2016. Honeybee health in Africa-a review. *Apidologie* 47: 276-300. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0406-6>
- Rodríguez-González Á, Álvarez-García S, González-López Ó, Da Silva F, Casquero PA. 2019. Insecticidal properties of *Ocimum basilicum* and *Cymbopogon winterianus* against *Acanthoscelides obtectus*, insect pest of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Insects* 10: 151. <https://doi.org/10.3390/insects10050151>
- Salvadores Y, Silva G, Tapia M, Hepp R. 2007. Polvos de especias aromáticas para el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en trigo almacenado. *Agricultura Técnica (Chile)* 67: 147-154. <http://doi.org/10.4067/S0365-28072007000200004>
- Santiago V, Bonifaz E, Alegre A, Iannacone J. 2014. Toxicidad de *Chenopodium ambrosioides* (Amaranthaceae) e Imidacloprid sobre *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae). *Cátedra Villarreal* 2: 19-27. <http://doi.org/10.24039/cv20142124>
- [SAS] Statistical Analysis System. 2011. SAS, Versión 9.1. Institute Inc. Cary, USA.
- Silva SM, da Cunha JPAR, de Carvalho SMD, Zandonadi CHS, Martins RC, Chang R. 2017. *Ocimum basilicum* essential oil combined with deltamethrin to improve the management of *Spodoptera frugiperda*. *Ciencia y Agrotecnología* 41: 665-675. <http://doi.org/10.1590/1413-70542017416016317>
- Sosenski P, Domínguez CA. 2018. El valor de la polinización y los riesgos que enfrenta como servicio ecosistémico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89: 961-970. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2168>
- Téllez LA, Nolazco DM. 2017. Estudio de la composición química del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* spp.) de Tacna. *Ingeniería Industrial* 35: 195-205. <http://dx.doi.org/10.26439/ing.ind2017.n035.1801>
- Tucuch-Haas JI, Rodríguez-Maciél JC, Lagunes-Tejeda Á, Silva-Aguayo G, Aguilar-Medel S, Robles-Bermúdez A, González-Camacho JM. 2010. Toxicidad de spiromesifen en los estados biológicos de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Neotropical Entomology* 39: 436-440. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000300019>
- Vite-Vallejo O, Barajas-Fernández MG, Saavedra-Aguilar M, Cardoso-Taketa A. 2018. Insecticidal effects of ethanolic extracts of *Chenopodium ambrosioides*, *Piper nigrum*, *Thymus vulgaris*, and *Origanum vulgare* against *Bemisia tabaci*. *Southwestern Entomologist* 43: 383-393. <https://doi.org/10.3958/059.043.0209>
- Xie Y, Huang Q, Rao Y, Hong L, Zhang D. 2019. Efficacy of *Origanum vulgare* essential oil and carvacrol against the housefly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Environmental Science and Pollution Research* 26: 23824-23831. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05671-4>
- Zohra T, Ovais M, Khalil AT, Qasim M, Ayaz M, Shinwari ZK. 2018. Extraction optimization, total phenolic, flavonoid contents, HPLC-DAD analysis and diverse pharmacological evaluations of *Dysphania ambrosioides* (L.)

Mosyakin & Clemants. Natural Products Research 33:
136-142. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1437428>