

Actividad biológica y métodos de extracción de aceites esenciales de *Pimenta dioica* (L.) Merril (MYRTACEAE)

Biological activity and methods of extraction of essential oils of *Pimenta dioica* (L.) Merril (MYRTACEAE)

Autores: Leyanis Rodríguez Betancourt¹

<https://orcid.org/0000-0003-4824-2431>

Gerardo Martínez Jiménez¹

<https://orcid.org/0000-0003-3888-4377>

Reinaldo Trujillo Sánchez²

<https://orcid.org/0000-0002-4757-4736>

Pedro Ángel Castro Contreras³

<https://orcid.org/0000-0002-7512-8629>

Institución: ¹Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

²Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Centro de Bioplantitas,
Cuba

³Universidad de Granma, Cuba

Correo electrónico: leyanisrb@unica.cu

gerardo@unica.cu

trujo2010@gmail.com

pcontrera@udg.co.cu

<https://doi.org/10.5281/zenodo.8084116>

RESUMEN

Los aceites esenciales son mezclas complejas de compuestos volátiles, principalmente terpenos, que forman parte del metabolismo secundario de las plantas. El presente trabajo de revisión tiene como objetivo analizar la información relacionada con la actividad biológica de los aceites esenciales de *Pimenta dioica* (L.) Merril (Myrtaceae), se tendrá en cuenta para ello, la composición química de los aceites esenciales, los métodos de extracción, así como su actividad antifúngica, antimicrobiana e insecticida. Para ello se realizó un análisis de las experiencias de varias investigaciones realizadas tanto a nivel nacional como internacional, concluyendo que el método de extracción de los aceites esenciales de *Pimenta dioica* (L.) Merril. más referenciado es el método de hidrodestilación, ya que es el método más sencillo de reproducir a nivel de laboratorio. Aunque también se destaca la combinación de la extracción con Soxhlet, asistida con Ultrasonido y

Maceración se utilizan los solventes n-hexano, acetato de etilo y metanol. Con respecto a los componentes que contienen los aceites esenciales de *Pimenta dioica* (L.) Merril, se evidencia que los monoterpenos y fenilpropanoides se encuentran en mayor proporción, y que su principal componente el eugenol (más del 70 %). De forma general, los aceites esenciales de *Pimenta dioica* (L.) Merril. muestran un potencial óptimo para las actividades antifúngicas, antimicrobianas, así como insecticida, con porcentajes de mortalidad entre el 50 y 100 %, en diferentes dosis de aplicación.

Palabras clave: Aceites esenciales, Actividad biológica, Métodos de extracción.

ABSTRACT

The essential oils are complex mixtures of compound volatile, mainly terpenes that are part of the secondary metabolism of the plants. The present investigation work has as objective to analyze the information related with the biological activity of the essential oils of *Pimenta dioica* (L.) Merril (Myrtaceae), keeping in mind for it, the chemical composition of the essential oils, the extraction methods, as well as its activity antifungal, antimicrobiana and insecticide. For he/she is carried out it an analysis of the experiences of several carried out investigations so much at national level as international, concluding that the method of extraction of the essential oils of *Pimenta dioica* (L.) Merril more indexed it is the hidrodestilación method, since it is the simplest method of reproducing at laboratory level. Although he/she also stands out the combination of the extraction with the team Soxhlet, attended with Ultrasound and Maceration using the solvents n-hexane, ethyl acetate and methanol. With regard to the components that contain the essential oils of *Pimenta dioica* (L.) Merril, it is evidenced that the monterpenes and phenylpropanoids are in more proportion, being their main component the eugenol (more than 70 %). In a general way, the essential oils of *Pimenta dioica* (L.) Merril they have demonstrated a good potential for the antifungal, antimicrobianas, as well as insecticide activities, obtaining percentages of mortality between the 50 and 100 %, in different application dose.

Keywords: Biological activity, Methods of extraction, Oil essential.

INTRODUCCIÓN

La familia Myrtaceae cuenta con 144 géneros y 5 500 especies, distribuidas en regiones tropicales y subtropicales. La misma se corresponde con árboles de aspecto esbelto, arbustos aromáticos y leñosos de hoja perenne que frecuentemente producen frutas comestibles. En los últimos años se ha considerado de especial

atención debido a su gran endemismo y elevado contenido de metabolitos, los cuales constituyen alternativas al uso de sustancias químicas dirigidas al control de organismos nocivos (Pérez *et al.*, 2020).

La *Pimenta dioica* (*P. dioica*) (L.) Merrill, es una especie que presenta un elevado contenido de aceites esenciales en frutos y hojas, muy valorados en la elaboración de cosméticos, perfumes, medicamentos y para combatir plagas en los cultivos. De manera general, muestran efecto antihipertensivo, antiinflamatorio, analgésico, antimicrobiano y propiedades antioxidantes (Everton *et al.*, 2020; Gomes *et al.*, 2022).

A criterio de los autores, el presente artículo de revisión tiene como objetivo analizar la información científica relacionada con la actividad biológica de los aceites esenciales de *P. dioica* (L.) Merrill con relación a la composición química de los aceites esenciales, los métodos de extracción, así como su actividad antifúngica, antimicrobiana e insecticida.

DESARROLLO

Descripción botánica de la especie *Pimenta dioica* (L.) Merrill (Myrtaceae).

La *P. dioica* (L.) Merrill es una especie originaria de Las Antillas, México, Venezuela y Centroamérica. Se le conoce comúnmente como pimienta bomba, pimienta de clavo, pimienta de Jamaica, pimienta dulce, pimienta gorda y pimienta malagueta. En Cuba crecen ejemplares aislados en bosques de galería y siempre verdes a ciertas alturas. Resulta abundante en las provincias orientales, asociadas a plantaciones de café y cacao. Se les encuentra de forma silvestre pues no existe una tradición en el cultivo de la especie en el país. (Fuentes *et al.*, 2000)

Según Carías (2017) las principales características de esta especie son:

- Es un árbol perennifolio, que presentan edades de 7 a 10 años, la altura oscila entre de 6 a 10 metros, diámetro de copa de 6 a 8 metros, con diámetro a la altura del pecho de 10 a 15 cm (en estado natural de 20 cm a 50 cm).
- Presenta copa redondeada o irregular, densa. Hojas simples, opuestas, decusadas; lámina de 4 a 16 cm de largo por 2 a 6 cm de ancho, elíptica, margen entero; haz oscuro, brillante, glabro, envés pálido, con numerosos puntos glandulosos. Al estrujarlas emanan un olor a pimienta.
- Tronco derecho, ligeramente acanalado, de porte bajo (2-4 metros) en plantaciones puras de 7 a 10 años. Ramas ascendentes.

- Corteza externa lisa, desprendiéndose en escamas muy delgadas y alargadas, pardo verdosa o amarillenta con manchas moreno rojizas. Interna color crema amarillento o rosado, quebradiza, de sabor amargo y olor muy fragante. Grosor total: 4 mm a 6 mm.
- Las flores se organizan en panículas axilares de 6 a 12 cm de largo, finamente pubescente, cáliz verde y pétalos blancos.
- Los frutos son bayas negras de 10 a 5 mm, aplanados en el ápice, con olor fragante y contienen una o dos semillas pequeñas, de color oscuro a café rojizo. Los frutos tienen un fuerte olor fragante, ya que contienen de 2 % a 5 % de aceite esencial, cuyo contenido principal es eugenol (65 % - 85 %).

Composición química de los aceites esenciales de *Pimenta dioica* (L.) Merril

Desde un punto de vista químico, los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles que sintetizan algunas plantas, y que son responsables del olor característico de éstas. Son mezclas naturales complejas que pueden contener entre 20 y 60 componentes a concentraciones muy variables. Éstos suelen ser hidrocarburos alifáticos de bajo peso molecular, monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos. Generalmente hay dos o tres componentes principales en una concentración más elevada (20-70 %), mientras que los restantes pueden llegar a estar representados únicamente, por trazas (Romero, 2018).

Al ser tan variada la estructura de sus componentes muestra una gran diversidad en sus acciones antimicrobianas. Sobre la base de las estructuras químicas, los componentes de los aceites esenciales se dividieron en terpenos (p-cimemene), terpenoides (timol, carvacrol), fenilpropenos (Eugenol, cinamaldehído, vainillina) y otros (alicina, isotiocianato de alilo) (Kaliyamurthi, 2019).

Los terpenos son compuestos que hacen que las plantas desarrollen sus aromas particulares, funciona como una defensa química y su unidad estructural es de bajo peso molecular, conformado por cinco átomos de carbono y se le conoce como isopreno (metil-1,3-butadieno); asimismo cuenta con dos tipos de terpenos: Los monoterpenos (C 10) y los sesquiterpenos (C15) (Bhavaniramya, 2019).

Los monoterpenos (terpenos C10) son los componentes principales de los aceites esenciales, entre ellos están el alcanfor, eucaliptol, limoneno. Los monoterpenos son una clase principal de metabolitos secundarios en plantas aromáticas y medicinales, realizan actividades biológicas en la industria farmacéutica, protección de plantas,

insecticida propiedades fúngicas y bactericidas. Es por ello, que son importantes como agentes alternativos efectivos para el control de plagas (Luicho y Rojas, 2020). Los fenilpropanoides son el grupo más grande de compuestos volátiles presentes en aceites esenciales; tiene un papel fundamental de atraer dispersores de semilla como polinizadores. Se conoce que posee un gran espectro de actividad biológica, con propiedades insecticidas y antimicrobianas (Bhavaniramya, 2019).

Múltiples son los estudios que informan al eugenol (74.06 %) como componente mayoritario del aceite esencial extraído de hojas y frutos de *P. dioica* (L.) Merrill, seguido por β -pineno (6.51 %), 5-indanol (6.06 %), limoneno (3.94 %), así como otros en menor cuantía 1,8-cineol, β -pineno, chavicol y linalool, todos con demostrada actividad biológica (Pérez *et al.*, 2019; Everton *et al.*, 2020; Gomes *et al.*, 2022).

Madruga (2020) realizó un estudio de los aceites esenciales de la *P. dioica* (L.) Merrill en Cuba mediante análisis cromatográfico y se identificaron 22 compuestos que representan el 64,71 % del total, donde los mayoritarios son el eugenol 40,60 %, el metoxieugenol 6,64 %, el cariofileno 5,35 % y el 1,8 cineol 2,73 %. Como se aprecia existe correspondencia con estudios internacionales, aunque los niveles de eugenol son más bajos.

Métodos de extracción del aceite esencial de *Pimenta dioica* (L.) Merrill.

Para obtener un aceite esencial de calidad hay que tomar en cuenta los diferentes factores que pueden alterar su composición; son varios los aspectos fundamentales que determinan la estructura química, que incluye el estado de desarrollo de la planta o sus órganos, la variedad genética, factores geográficos y ambientales como temperatura, humedad relativa, luminosidad, prácticas culturales, composición del suelo, corte, y operaciones post-cosecha, y el método de extracción (Castaño, 2012 citado por Villamizar y Aular, 2022). Los métodos de extracción más utilizados en la obtención de aceites esenciales de plantas son:

a. Destilación por arrastre con vapor de agua

La destilación por arrastre en corriente de vapor es la técnica más extendida a nivel industrial. En este caso, la muestra de material vegetal se somete a una corriente de vapor de agua que arrastra a los componentes volátiles que son condensados y recogidos en un colector donde, por diferente densidad e inmiscibilidad con el agua, se separan el aceite esencial y el agua condensada. Esta destilación puede hacerse a presión atmosférica o con altas presiones. La aplicación de temperaturas más

elevadas, cuando se destila con altas presiones, reduce sustancialmente el tiempo de destilación (Carbajal y Chahuara, 2022).

b. Extracción con solventes volátiles

El método de extracción con solventes se usa en las plantas que resultan frágiles al someterse a procesos de extracción por destilación. Se usan los solventes químicos para disolver el aceite esencial, así como las aceras y resinas, del material de la planta. El solvente se vaporiza y los aceites esenciales pasan a la fase vapor al ponerse en contacto con las hojas o pétalos. Dentro de los sistemas de obtención, se destacan los procesos de extracción sólido-líquido, con la utilización de diferentes solventes y relaciones de concentración. En la extracción sólido-líquido el soluto está inicialmente en la fase sólida, la cantidad de soluto que se disuelve estará limitada por la saturación de la disolución que será función de la temperatura y la presión, procesos estos controlados por etapas de difusión que inciden en el rendimiento y velocidad de extracción (Miño, Pérez y Benítez, 2018).

c. Hidrodestilación

En el laboratorio, el método más utilizado es la hidrodestilación. Esta técnica se define como el proceso para obtener el aceite esencial de una planta aromática, mediante el uso del vapor saturado a presión atmosférica. El generador de vapor no forma parte del recipiente donde se almacena la materia prima, es externo y suministra un flujo constante de vapor. Su presión es superior a la atmosférica, pero el vapor efluente, que extrae al aceite esencial está a la presión atmosférica. La materia prima forma un lecho compacto y se desprecia el reflujo interno de agua debido a la condensación del vapor circundante. El tiempo de destilación depende del material vegetal, pero se suele establecer entre 1 y 4 horas (Carías, 2017).

d. Método Soxhlet

El método Soxhlet es el método tradicional de extracción de aceites esenciales más utilizado. Esta técnica se lleva a cabo con el uso de disolventes no polares como el cloroformo, el hexano y el éter de petróleo. Para la extracción, las muestras se someten a consecutivos lavados con los disolventes calientes y de esta forma, se hace más sencilla la extracción de los compuestos de interés. Esta extracción se basa en la solubilidad de los compuestos de interés en el disolvente elegido (Marsoul *et al.*, 2020).

Este método cuenta como principales desventajas su lentitud, el uso de gran cantidad de solventes, que los analitos sufren una descomposición térmica que

podría alterar sus potenciales efectos y la dificultad de automatización. Por lo tanto, cuenta con características negativas desde el punto de vista económico-medioambiental (Valencia, 2018; Aravind *et al.*, 2021).

e. Extracción sólido-líquido con disolvente polares

Otro método tradicionalmente utilizado es la extracción sólido líquido con disolventes polares. El sólido (materia prima) contiene una serie de compuestos solubles en el solvente que son los compuestos que se quieren extraer (Duarte *et al.*, 2020). El diclorometano, el éter dietílico, el acetato de etilo o el tolueno son los solventes que se suelen utilizar como disolventes orgánicos de extracción (Gori *et al.*, 2021). La principal desventaja del método es la larga duración del proceso, pero destaca sobre todo el considerable nivel toxicológico de los disolventes (Valencia, 2018).

f. Extracción con fluidos supercríticos

La extracción por fluidos supercríticos se lleva a cabo en compuestos con carácter liposoluble, gracias a un fluido supercrítico. El estado supercrítico es un estado de la materia con unas características de presión y temperatura superiores a su punto crítico. En ese punto el compuesto es compresible puesto que se comporta como un gas, pero tiene la densidad de un líquido y su poder disolvente (Ahangari *et al.*, 2021).

El fluido supercrítico utilizado por excelencia es el dióxido de carbono debido a que es un compuesto barato, con alta pureza y no es tóxico ni inflamable. Presenta una temperatura crítica de 31,1°C y una presión crítica de 72,84 atm. Ahora bien, este gas tiene el principal inconveniente de que es un compuesto polar por lo que para la extracción de analitos polares su utilización no es eficaz (Ahangari *et al.*, 2021; Mazzutti, Pedrosa y Salvador, 2021).

g. Extracción asistida por ultrasonido

La técnica de extracción por ultrasonido se basa en la propagación de la energía en forma de ondas elásticas a través de un fluido que propicie movimiento vibratorio de un cuerpo. Hay dos formas de utilizar el ultrasonido en alimentos según se utilice una intensidad alta o a una intensidad baja (Días, Aguiar y Rostagno, 2021). La extracción de los compuestos de interés en medio líquido se produce gracias a las vibraciones de alta intensidad. Estas vibraciones con capacidad de extraer las sustancias requeridas, las conocemos como cavitación. Es una tecnología emergente y, además de para extracción, cada vez se utiliza para más procesos tecnológicos en la industria agroalimentaria, como congelación, maceración y

fermentaciones, entre otros. Este tipo de ultrasonido es también el requerido para la extracción de compuestos naturales en medios líquidos (Bruno *et al.*, 2021).

h. Extracción asistida por microonda

El uso de microondas para extraer los aceites esenciales es una tecnología reciente. Esta permite el desarrollo rápido de un método barato para la extracción del aceite y no requieren las muestras desprovistas de agua. Estos fluidos permiten que toda la energía suministrada por el ultrasonido sea absorbida solamente por la planta de la que se extrae el aceite. El aumento súbito de la temperatura causa que se rompan las glándulas donde están contenidos estos aceites, lo que posibilita el paso de estos al solvente, facilitándose el proceso de extracción (Miño, Pérez y Benítez, 2018).

i. Extracción por membranas

Este método se basa en el uso de una membrana con poros que actúa como una barrera selectiva al paso de diferentes compuestos. Estas membranas semipermeables permiten el paso de las moléculas de un disolvente y se retienen las moléculas disueltas en dicho disolvente que tengan un tamaño mayor al del poro elegido. Además de por el tamaño, las membranas también permiten una separación en base a las interacciones por afinidad con esta y la estructura de la membrana (Meng *et al.*, 2021).

Pérez *et al.* (2020) utilizaron tres métodos de extracción para los aceites esenciales de *P. dioica* (L.) Merril: Soxhlet, extracción asistida con ultrasonido y maceración, con la utilización de solventes puros para análisis de diferente polaridad en extracciones sucesivas, n-hexano, acetato de etilo y metanol.

Actividad fungicida de los aceites esenciales de *Pimenta dioica* (L.) Merril

Jiménez (2018) comprobó que el aceite esencial de *P. dioica* (L.) Merril puede ser utilizado como fungicida para el tratamiento de café verde, constituyendo una alternativa sustentable frente al uso de fungicidas sintéticos altamente tóxicos para los consumidores y contaminantes para el medio ambiente. Asimismo, constituye una alternativa para el uso de productos aprobados para la agricultura orgánica.

Diánez *et al.*, (2018) analizaron las propiedades antifúngicas de doce aceites esenciales, dentro de ellas, la familia Myrtaceae, específicamente al *Syzygium aromaticum* y *Eucalyptus globulus* compuestos principalmente de eugenol y eucaliptol, con los cuales se inhibieron a fitopatógenos como *Alternaria brassicae*, *Cladobotryum mycophilum* y *Fusarium oxysporum* con el método de difusión en

disco. Todos los aceites esenciales analizados mostraron actividad antifúngica ya que actúan sobre las membranas celulares por un mecanismo que se encarga de detener la biosíntesis del ergosterol lo cual interfiere con la con la morfología de las hifas y funcionamiento de la membrana celular.

D'Agostino *et al.* (2019) mencionaron que de la familia *Myrtaceae* el aceite esencial de *Eucalipto Camaldulensis*, que se compone principalmente de 1,8-cineol o eucaliptol, inhibió a *Penicillium funiculosum*, *Aspergillus niger* y *Aspergillus flavus*, a 0,15 mg/ml; 0,47 mg/ml y 0,43 mg/ml, respectivamente.

Basaid *et al.* (2019) mencionaron que los aceites esenciales son una mezcla de compuestos volátiles, caracterizados por un olor fuerte, derivados del metabolismo secundario de plantas principalmente procedentes de las familias Asteraceae, Lamiaceae, Lauraceae, Malvaceae, Myrtaceae y Rutaceae. Se mostró la actividad antifúngica de los aceites esenciales contra hongos postcosecha, en donde la *P. dioica* de la familia Myrtaceae, tenían como principal componente al eugenol que inhibieron el desarrollo de *Aspergillus Niger*.

González, Jiménez y Suárez, (2019) evaluaron el efecto antifúngico de formulaciones a base de aceite esencial de *P. dioica* (L.) Merrill sobre café verde almacenado. Los resultados mostraron una reducción del crecimiento y producción de toxinas con respecto al café sin tratamiento; sin embargo, no se alcanzó el efecto fungicida. Con lo anterior se concluyó que un fungicida formulado con 3 % del aceite de *P. dioica* (L.) Merrill tiene efecto fungioestático contra hongos del género *Aspergillus* y sobre la producción de micotoxinas.

Saroj *et al.* (2020) mencionaron que el eugenol encontrado en *Syzygium aromaticum* de la familia Myrtaceae, mostró actividad antifúngica sobre las especies *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus* y *Aspergillus niger*, por otro lado el timol componente de *Trachyspermum ammi* de la familia Apiaceae inhibió el desarrollo de *Aspergillus flavus* y *Alternaria Alternata*, lo que demostró también que hay más de un mecanismo contra hongos a nivel celular, los cuales incluyen la rotura de la pared celular, el adelgazamiento y rompimiento de la membrana citoplasmática, fuga de materiales intracelulares, coagulación del citoplasma y cambios morfológicos.

Actividad antimicrobiana de los aceites esenciales *Pimenta dioica* (L.) Merrill

Tariq *et al.* (2019) en su revisión mencionaron que la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales se debe a sus componentes, entre los cuales se destaca a los terpenos, fenoles, además en cantidades más bajas a los alcoholes y ésteres.

Precisaron además que esta actividad se da muchas veces por las interacciones que hay entre diferentes clases de compuestos, con destaque para el citral, carvacrol, eugenol y el timol. Concluyendo que los aceites esenciales tienen propiedades antibacterianas, antifúngicas y antivirales únicas. Estos pueden utilizarse como agentes antimicrobianos en actividades industriales o agrícolas ya que no son tóxicos y amigables con el ambiente.

Everton *et al.* (2020) evaluaron la toxicidad y la actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* a partir de los aceites esenciales de *P. dioica* Lindl. y *Citrus sinensis* L. Los aceites esenciales fueron extraídos por hidrodestilación, con caracterización química a través de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas. Concluyeron que ambos aceites esenciales presentaron efectos bactericidas contra los microorganismos analizados, con resultados satisfactorios para su acción. Estos indican que los aceites esenciales evaluados están compuestos por sustancias que proporcionan y fomentan su aplicación debido a su potencial para la actividad biológica antimicrobiana.

Actividad insecticida de los aceites esenciales de *Pimenta dioica* (L.) Merril (*Myrtaceae*)

La composición química de los aceites esenciales (terpenos, ésteres, aminas, amidas, heterociclos, éteres y óxidos, puede tener efectos tóxicos sobre los insectos cuando se utiliza mediante fumigación o contacto, incluso pueden afectar la oviposición, la reproducción, el comportamiento alimentario, la inhibición del crecimiento, hasta su propia supervivencia ya que en su mayoría tienen un efecto neurotóxico, sin embargo, pueden tener efectos repelentes o atrayentes (Medina, 2022).

El pineno y geraniol son otros de los compuestos que tiene una relevancia en cuanto a la actividad insecticida y de repelencia de los aceites esenciales sobre los insectos, estos son monoterpenos bicíclicos y generalmente es encontrado en las hojas de las plantas, este es el predecesor del mirceno que en la mayoría de las ocasiones se encuentra solamente en plantas coníferas que a una consistencia o composición mayor al 25 % en un aceite esencial genera una fuerte actividad de inhibición contra insectos menores como *Mosca doméstica* y mayores como *Aedes aegypti* (Rojas, Pérez y Ortiz, 2019).

Pérez *et al.* (2019) evaluaron el efecto que ejercen los aceites esenciales de *P. dioica* (L.) Merril sobre insectos en estado adulto de *S. oryzae* (Coleoptera;

Curculionidae). Entre los compuestos principales identificados se encontraron el eugenol (77,9 %), cariofileno (5,1 %), α -pineno (5,5), 1,8 cineol (2,44 %), metileugenol (44,10 %) y confirmaron el efecto insecticida en identificaciones de fracciones de compuestos donde estuvo presente eugenol. La acción insecticida de estos compuestos parece estar gobernada por la capacidad del compuesto de alcanzar los sitios de acción, y de inhibir la enzima Acetil colinesterasa, lo que ejerce un efecto neurotóxico.

Pérez *et al.* (2020) obtuvieron resultados que demostraron el efecto repelente que sobre *Sitophilus oryzae* L. poseen los extractos obtenidos de las especies *P. dioica* (L.) Merrill, *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels y *Syzygium malaccense* (L.) Merrill. & L.M. Perry.

De los compuestos identificados en el aceite esencial de *P. dioica* (L.) Merrill se destaca la presencia en mayor proporción de eugenol, compuesto que posee acción insecticida sobre plagas, al actuar a través del sistema octopaminérgico, activa los receptores de la octopamina, actúa sobre la acetilcolinesterasa, el que inhibe inhibiendo la actividad celular y los procesos biológicos de los insectos. Los canales del cloro son bloqueados por el eugenol y provoca la intoxicación en los insectos (Madruga, 2020).

El aceite esencial de semillas secas molidas de *P. dioica* (pimienta chapa) aplicadas a la dosis de 5 % presentan 100 % de mortalidad contra *Callosobruchus maculatus* (gorgojo del garbanzo) al primer día de tratamiento y no se evidencia la presencia de especies vivas a partir de los 50 días de iniciado el tratamiento (Acosta, 2022).

Pérez *et al.* (2022) refiere que las especies *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels, *P. dioica* (L.) Merrill y *Syzygium malaccense* (L.) Merrill obtuvieron menores tiempos letales, dosis letales para el control de *Sitophilus oryzae* L. Las pérdidas ocasionadas en semillas tratadas con estas especies botánicas son inferiores al 4 %, lo que demuestra el efecto insectistático e insecticida que ejercen sobre el insecto.

El aceite esencial de pimienta tiene una alta efectividad repelente e insecticida frente a dos tipos de insectos que son el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germ) y picudo rayado (*Metamasius hemipterus* Oliv) característicos de las plantaciones de banano y tiene una tasa de mortalidad del 61 % y 75 % respectivamente, este también por su característico aroma es utilizado para la inhibición de *Tetranychus urticae*. (Lester, 2015; citado por Medina, 2022).

Gomes *et al.* (2022) realizaron un estudio sobre la composición química y actividad larvicida del aceite esencial de hojas de *P. dioica* (L.) Merrill. Los resultados mostraron que el aceite extraído está constituido principalmente por eugenol, donde predominó la clase fenilpropanoide y la concentración letal, CL50, fue de 38,86 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ a un nivel de confianza de 2,25 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, mientras que el estándar de eugenol presentó CL50 79,75 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ a un nivel de confianza de 2,10 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, concluyendo que el aceite es más activo que el estándar y que tiene el potencial de reemplazar los larvicidas químicos.

CONCLUSIONES

El método más utilizado para la extracción de los aceites esenciales de la *P. dioica* (L.) Merrill es la hidrodestilación, seguido de la destilación por arrastre de vapor. No obstante, también, se utilizan otros métodos más novedosos como el ultrasonido, microondas y extracción con fluidos supercríticos, que acortan los tiempos de extracción, aumentan, además, los rendimientos y la pureza del extracto obtenido.

Los aceites esenciales de la *P. dioica* (L.) Merrill están constituidos por la mezcla de sustancias volátiles orgánicas como monoterpenos y fenilpropanoides, con destaque del eugenol (más del 70 %). Estos compuestos demostraron un elevado potencial para las actividades biológicas como antimicrobianos, así como larvicida, repelente o insecticida frente a varias familias de insectos y otros tipos de artrópodos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, J. E. (2022). Efecto biológico de semillas y aceite esencial de *Pimenta dioica Merrill* (pimienta chapa) sobre *Callosobruchus maculatus* (gorgojo del garbanzo). Informe final de tesis de Bachiller de Pregrado. Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

AHANGARI, H. ... [et al.] (2021). Supercritical fluid extraction of seed oils – A short review of current trends. *Trends in Food Science & Technology*, No. 111, pp. 249-260. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.066>. Visitado: 10 de febrero 2023.

ARAVIND, S. ... [et al.] (2021). Investigation on algae oil extraction from algae *Spirogyra* by Soxhlet extraction method. *Materials Today: Proceedings*, No. 43, pp. 308–313. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.668>. Visitado: 02 de marzo de 2023.

- BASAIID, K. ... [et al] (2020). Biological activities of essential oils and lipopeptides applied to control plant pests and diseases: a review. *International Journal of Pest Management*. Vol. 23, No. 4, pp. 1-24.
- BHAVANIRAMYA, S. (2019). Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications. *Grain & Oil Science and Technology*, Vol. 2, No. 2, p. 50.
- BRUNO, E. ... [et al.] (2021). Ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from BRS Violet grape pomace followed by alginate-Ca²⁺ encapsulation. *Food Chemistry*, No. 338, pp. 128-141.
- CARBAJAL, R. H. y CHAHUARA, Y. B. (2022). Determinación de terpenos totales y capacidad Inhibitoria de radicales libres DPPH del aceite esencial de *Artemisia absinthium* L. (ajenjo), Ecotipo Chiguata, Arequipa 2021. Trabajo de grado. Universidad Privada Autónoma del Sur.
- CARÍAS, F. K. (2017). Evaluación del rendimiento de la extracción y caracterización fisicoquímica del aceite esencial obtenido de las hojas y frutos de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrilill), cultivada en alta Verapaz y Petén realizado a escala laboratorio. Trabajo de Graduación. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- D'AGOSTINO, M. ... [et al] (2019). Essential Oils and Their Natural Active Compounds Presenting Antifungal Properties. *Molecules*. Vol. 24, No. 20, pp. 3713-3745.
- DIÁNEZ, F. ... [et al] (2018). Screening of antifungal activity of 12 essential oils against eight pathogenic fungi of vegetables and mushroom. *Letters in Applied Microbiology*. Vol. 67. No. 4. pp.400-410.
- DIAS, A. L. B., AGUIAR, A. C. de y ROSTAGNO, M. A. (2021). Extraction of natural products using supercritical fluids and pressurized liquids assisted by ultrasound: Current status and trends. *Ultrasonics Sonochemistry*, No. 74, 105584. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105584>. Visitado: 10 de febrero 2023.
- DUARTE, A. S. ...[et al.] (2020). Extracción de sustancias bioactivas de *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) por maceración dinámica. *Acta Biológica Colombiana*, Vol. 25, No. 1, pp. 61–74. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/abc.v25n1.72409>. Visitado: 16 de febrero 2023.
- EVERTON, G.O. ...[et al.]. (2020). Chemical characterization, antimicrobial activity and toxicity of essential oils of *Pimenta dioica* L. and *Citrus sinensis* L. Osbeck. *Research, Society and Development*, Vol. 9, No. 7, pp. 1-18, e803974842.

- FUENTES, V. ... [et al.] (2000) Sobre la multiplicación de *Pimenta dioica* (L.) Merrill.
Revista Cubana de Plantas Medicinales, Vol. 5, No. 2, pp. 51-56.
- GOMES, P. R. ... [et al.] (2022). Composición química y actividad larvícida del aceite esencial de hojas de *Pimenta dioica*. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, Vol. 21, No. 2, pp. 207-214.
- GONZÁLEZ, O., JIMÉNEZ, L., y SUÁREZ, M. L. (2019). Formulación de un fungicida a base de aceite esencial de *Pimenta dioica* L. contra hongos del género *Aspergillus* evaluado en café verde. Trabajo de Culminación de Estudios. Instituto Tecnológico de Veracruz.
- GORI, A. ... [et al.] (2021). Development of an innovative maceration technique to optimize extraction and phase partition of natural products. *Fitoterapia*, No. 148, 104798. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2020.104798>. Visitado: 10 de febrero 2023.
- JIMÉNEZ, L. (2018). Formulación de un fungicida a base de aceite esencial de *Pimenta dioica* L. contra hongos del género *Aspergillus* evaluado en café verde. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Veracruz.
- KALIAMURTHI, S. (2019). Synergism of essential oils with lipid based nanocarriers: emerging trends in preservation of grains and related food products. *Grain & Oil Science and Technology*, Vol. 2, No. 1, p. 22.
- LUICHO, M. L. y ROJAS, L. F. (2020). Actividad insecticida de los aceites esenciales de las plantas para el control de coleópteros de los granos agrícolas almacenados: Revisión Sistemática. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad César Vallejo.
- MADRUGA, M. (2020). Estudio de la composición química de productos seleccionados de plantas de la familia *Myrtaceae* con actividad insecticida sobre *Sitophilus oryzae* L. Trabajo de Diploma. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
- MARSOUL, A. ... [et al.] (2020). Determination of polyphenol contents in *Papaver rhoeas* L. flowers extracts (soxhlet, maceration), 55 antioxidant and antibacterial evaluation. *Materials Today: Proceedings*, No. 31, pp. S183-S189. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.082>. Visitado: 10 de enero de 2023.
- MAZZUTTI, S., PEDROSA, R. C. y SALVADOR, S. R. (2021). Green processes in Foodomics. Supercritical Fluid Extraction of Bioactives. *Comprehensive Foodomics*, Vol. 2. No. 1. pp. 725-743.

- MEDINA, C. A. (2022). Actividad repelente e insecticida de aceites esenciales de plantas medicinales. Trabajo de titulación. Universidad Técnica de Ambato.
- MENG, X. ... [et al.] (2021). Electro-membrane extraction of lithium with D2EHPA/TBP compound extractant. *Hydrometallurgy*, No. 202, 105615. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2021.105615>. Visitado: 25 de febrero de 2023.
- MIÑO, J. E., PÉREZ, A. y BENÍTEZ, I. (2018). Diseño de procesos para la obtención de aceites esenciales de pimenta racemosa y morinda citrifolia. Posadas: Edunam-Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Misiones.
- PÉREZ, Y. ... [et al.] (2022). Myrtaceae como alternativa para el control de *Sitophilus oryzae* L. *Revista Universidad y Sociedad*, Vol. 14, No.4, pp. 107-116.
- PÉREZ, Y. ... [et al.] (2019). Actividad biológica de extractos de pimenta dioica L Merrill sobre *Sitophilus Oryzae* L. *Universidad y Sociedad*, Vol. 11, No. 1, pp. 369-375.
- PÉREZ, Y. ... [et al.] (2020). Myrtaceae alternativa para el control de plagas. *Revista Científica Agroecosistemas*, Vol. 8, No. 3, pp. 33-36.
- ROJAS, J., PEREA, J., y ORTIZ, C. (2019). Compuestos con potencial aplicación biotransformación de geraniol y pineno. *Salud UIS*, Vol. 41, pp. 251-258.
- ROMERO, M. (2018). Usos tradicionales y actuales de los aceites esenciales. Trabajo de fin de grado. Universidad de Sevilla.
- SAROJ, A. ... [et al] (2020). Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control. Chukwuebuka Egbuna, Barbara Sawicka, Academic Press. Capítulo 6. Phytochemicals of Plant-Derived Essential Oils: A Novel Green Approach Against Pests.
- TARIQ, A. ... [et al] (2019). A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drugresistant microbial pathogens. *Microbial Pathogenesis*. No. 134. pp.1-7.
- VALENCIA, M. Z. (2018). Métodos de extracción de aceite esencial de la semilla de moringa (*Moringa oleífera*). Tesis de Grado. Universidad Rafael Landívar.
- VILLAMIZAR, M. y AULAR, Y. (2022). Revisión de los métodos de extracción del aceite esencial de *lippia alba*. *Revista Ingeniería UC*, Vol. 29, N. 1, pp. 3-14.