

# Aceites esenciales al rescate en las prácticas agrícolas

## *Essential oils to the rescue in agricultural practices*

*Aurora Guadalupe Magallanes Vallejo, Ana Bertha López Oyama y Eugenio Rodríguez González*

### Resumen

Los plaguicidas se utilizan en todo el mundo para asegurar el suministro de alimentos diarios y proteger la salud humana al prevenir la propagación de organismos transmisores de enfermedades. A pesar de sus beneficios, estas sustancias son perjudiciales para los seres vivos expuestos a pequeñas cantidades de manera regular, ya sea a través del consumo de alimentos contaminados o por una manipulación inadecuada de los productos utilizados en los hogares para el control de plagas. Además, la exposición prolongada a estos plaguicidas se ha relacionado con enfermedades crónicas y agudas, como el cáncer, enfermedades neurodegenerativas, respiratorias, reproductivas, trastornos del desarrollo y trastornos metabólicos. Actualmente, el desarrollo de plaguicidas menos tóxicos y biodegradables es un tema de gran importancia a nivel mundial. En este artículo se examina el papel de la naturaleza química de los plaguicidas, sus efectos debido a su uso excesivo y prolongado y se exploraron otras alternativas como los aceites esenciales que podrían reducir los impactos nocivos en el medio ambiente y la salud humana.

**Palabras clave:** plaguicidas, salud humana, alimentos contaminados, control de plagas, aceites esenciales.

### CÓMO CITAR ESTE TEXTO

Magallanes Vallejo, Aurora Guadalupe, López Oyama, Ana Bertha y Rodríguez González, Eugenio. (2023, julio-agosto). Aceites esenciales al rescate en las prácticas agrícolas. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 24(4). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2023.24.4.9>

Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia (CUAIEED)

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia de Creative Commons 4.0



### Aurora Guadalupe Magallanes Vallejo

*Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA)*

Cursó la licenciatura en ingeniería química con especialidad en procesos en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM) (2012-2017), concluyó la maestría en Tecnología Avanzada en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) Unidad Altamira, Tamaulipas (2019-2021), y actualmente cursa el doctorado en Tecnología Avanzada también en el CICATA Unidad Altamira.

 aumagallanes@gmail.com

 orcid.org/0000-0002-0877-4428

### Ana Bertha López Oyama

*Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA)*

Cursó estudios de licenciatura, maestría y doctorado en la Universidad de Sonora (UNISON). Actualmente, se encuentra adscrita al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) Unidad Altamira, Tamaulipas, del Instituto Politécnico Nacional (IPN), donde es comisionada como Catedrática Conacyt, donde desarrolla trabajo de investigación científica, formación de recursos humanos y divulgación de la ciencia. Trabaja en líneas de investigación relacionadas con el desarrollo de materiales con aplicaciones termoeléctricas, desarrollos tecnológicos con aplicaciones en agroindustria, así como la fabricación de materiales con propiedades de retardancia a la flama. Además, ha sido distinguida por el Sistema Nacional de Investigadores como Investigador Nacional nivel I, por sus aportaciones al quehacer científico.

 alopezoyama@hotmail.com

 orcid.org/0000-0002-6317-2569

### Eugenio Rodríguez González

*Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA)*

Es licenciado en Física y maestro en Ciencias en el área de Física Nuclear por la Universidad Técnica de Dresden (TUD), Alemania. Tiene doctorado en Ciencias por la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brasil (2000-2004), y pos-doctorado en el Instituto de Física "Gleb Wataghin", en la Universidad Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil (2004-2009). Actualmente, está adscrito al Instituto Politécnico Nacional (IPN), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) Unidad Altamira, Tamaulipas. Fue profesor investigador en la Universidad de Oriente (UOTE) (1987-1988) y en la Universidad de la Habana (UH) (1988-2000), Cuba. Asimismo, fue profesor colaborador en la Universidad Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil (2004-2009). Actualmente, es profesor investigador en el Instituto Politécnico Nacional, (CICATA) Unidad Altamira, Tamaulipas, desde 2009. Además, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II. Y desarrolla su formación en áreas como: óptica, optoelectrónica, nanotecnología, materiales fotovoltaicos y materiales termoeléctricos.

 eugenior62@gmail.com

 orcid.org/0000-0003-4038-3918

## Introducción

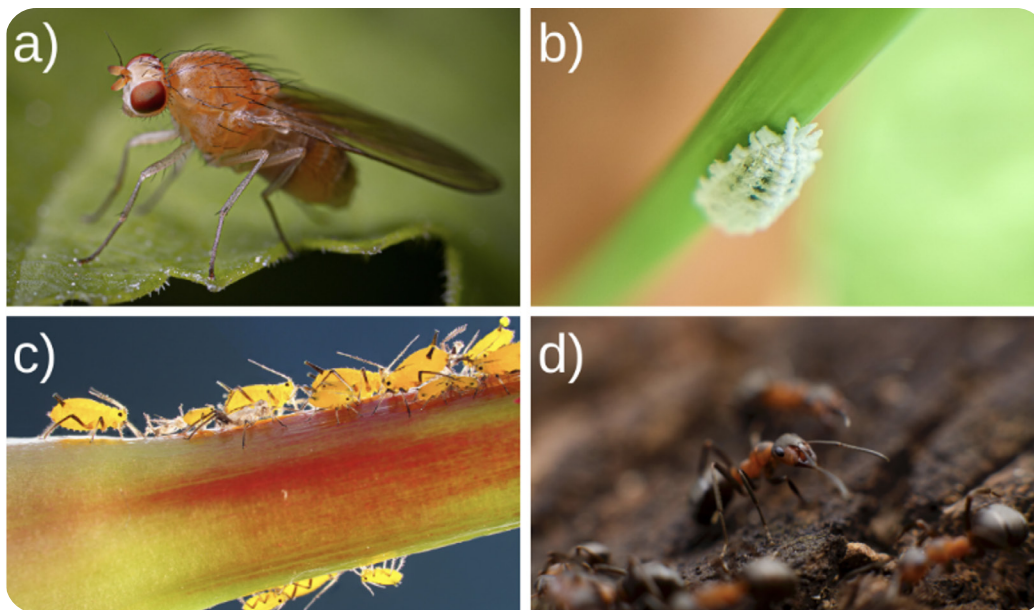
**E**n la actualidad se utilizan distintas clases de sustancias para el control de plantas, animales, insectos, bacterias u hongos considerados como plagas<sup>1</sup>, tanto en los campos agrícolas como en nuestros hogares. A estas sustancias se les denominan plaguicidas y su uso es imprescindible para proveer de alimentos y proteger de enfermedades a los seres humanos (OMS, 2022). Sin embargo, debido a sus características químicas y físicas, algunos de estos subproductos pueden permanecer en el medio ambiente durante largos periodos de tiempo, ya sean días o incluso años, difundiéndose a través del suelo, corrientes de aire y cuerpos de agua, como lagos, lagunas o ríos. Los plaguicidas no distinguen el organismo que van a combatir, al aplicarse pueden atacar tanto a organismos dañinos, como a otros que son benéficos para el correcto funcionamiento de los ecosistemas. Asimismo, afectan los procesos normales en las cadenas alimenticias, por ejemplo, modifican aspectos tales como tamaño de las poblaciones, depredadores y disponibilidad de alimentos (Ochoa et al., 2018).

El uso prolongado y desmedido de los plaguicidas, ha provocado en las poblaciones humanas intoxicaciones que van desde leves a agudas, por periodos cortos, a agudas, y están asociados con la aparición de enfermedades crónicas debido a la exposición continua (Parra-Arroyo et al., 2022). El contacto con plaguicidas no está restringido al área de su aplicación, sino que estos pueden permanecer en los alimentos, la ropa, el suelo, el agua y en la materia particulada que se encuentra en el aire, generando afectaciones a kilómetros de distancia del sitio donde fueron usados. Estos daños han originado la necesidad de producir materiales de innovación que puedan sustituirlos y, al mismo tiempo, que sean considerados como una alternativa menos tóxica y biodegradable.

## ¿Qué son los plaguicidas?

La Organización Mundial de la Salud (OMS) los define como "compuestos químicos que se utilizan para matar plagas, como insectos, roedores, hongos y plantas no deseadas" (OMS, 2020). Entre sus principales aplicaciones, se encuentra la disminución de las poblaciones de organismos considerados dañinos, permitiendo incrementar la cosecha de los productos agrícolas; sin embargo, a pesar de sus efectos tóxicos en la salud de seres humanos y animales, ayudan a controlar vectores de enfermedades al combatir la proliferación de organismos transmisores, por ejemplo, los mosquitos infectados con malaria. En el siguiente [recurso digital](#), encontrarás más información relacionada con la transmisión de enfermedades ocasionadas por el grupo más diverso de animales invertebrados, conocidos como artrópodos. En la figura 1 se muestran algunos ejemplos de ellos.

<sup>1</sup> Una plaga es cualquier organismo vivo que puede transmitir enfermedades y afectar ecosistemas debido a su sobrepoblación.



**Figura 1.** Ejemplos de artrópodos que afectan a los cultivos: a) mosca de fruta, b) cochinilla algodonosa, c) pulgón amarillo, d) hormigas arrieras. Crédito: elaboración propia.

Un pesticida actúa sobre el organismo de la plaga de diferentes maneras. Se le conoce como sistémico, al mecanismo de acción de una sustancia química cuando es absorbido por plantas o animales y es ingerido por la plaga al alimentarse. Otro mecanismo es cuando sucede por contacto, tiene lugar cuando el agente entra en contacto con el cuerpo de la plaga provocando su muerte por envenenamiento; esto puede suceder incluso sin la absorción del plaguicida a través del tejido de plantas o animales. Por ejemplo, los que inducen un envenenamiento estomacal entran por la boca y llegan hasta el sistema digestivo, provocando una destrucción del intestino y la muerte (Parween, 2019). Otros tipos son conocidos como fumigantes, los cuales producen gases tóxicos después de su aplicación; cuando se encuentran en fase gaseosa es más fácil que entren al organismo a través del sistema respiratorio induciendo un proceso de envenenamiento y la muerte. Finalmente, tenemos a los repelentes, que consisten en sustancias que resultan desagradables para ciertos organismos alejándolos sin ocasionarles la muerte (Abubakar et al., 2020).

Uno de los plaguicidas más conocidos es el DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), considerado un precursor de los plaguicidas modernos. Sus propiedades insecticidas fueron descubiertas en el año 1939, por el químico suizo Paul Müller, quien fue galardonado con el Premio Nobel de medicina en el año 1948. Sin embargo, la bióloga marina y conservacionista estadounidense Rachel Carson, advirtió de los efectos negativos del uso del DDT en la publicación *Primavera silenciosa* en 1962. Sus esfuerzos condujeron a la prohibición del DDT en el año 1972 en Estados Unidos (Abubakar et al., 2020).

El DDT se empleó extensivamente para combatir a los mosquitos del género *Anopheles*, causantes de transmitir la malaria, sin embargo, el mosquito desarrolló resistencia al insecticida, provocando con ello un incremento en el número de enfermos. Los efectos negativos del DDT fueron rastreados a través de las

cadena alimenticias y se encontró que, al acumularse en los hábitats, podía alterar la genética de las especies, ocasionando que los daños superaran a los beneficios que la sustancia química brindaba en el combate de las plagas. En el [siguiente enlace](#) puedes conocer un poco más acerca de la relación entre la resistencia y los procesos de evolución por selección natural.

## Clasificación de acuerdo con el organismo objetivo

Existe una clasificación de los plaguicidas basado en su estructura o fórmula química, características, función, plaga a la que se dirige y fuente de origen, entre otros aspectos. Estas sustancias se nombran de acuerdo con la efectividad que presentan hacia un organismo determinado y se le agrega el sufijo del latín *-cida*, que significa "matar". De acuerdo con esto, un plaguicida que va dirigido a acabar con una plaga de ácaros se nombrará *acaricida*. En la tabla 1 se muestran algunos ejemplos de plaguicidas, el organismo al que van dirigidos y los nombres comerciales con los que se encuentran disponibles en el mercado.

Plaguicida	Organismo objetivo	Ejemplo de plaguicida
Herbicida	Maleza	Atrazina
Fungicida	Hongos	Azoxistrobina
Bactericida	Bacterias	Complejos de cobre
Insecticida	Insectos	Aldicarb
Acaricida	Ácaros	Bifonazol
Alguicida	Algas	Sulfato de cobre
Avicida	Aves	Avitrol
Larvicida	Larvas	Metopreno
Molusquicida	Caracol	Metaldehído
Nematicida	Nematodos	Aldicarb
Ovicidas	Impide eclosión de huevos de insectos	Benzoxazina
Piscicidas	Peces	Rotenona
Repelentes	Insectos	Metiocarb
Rodenticidas	Roedores	Warfarina
Termiticidas	Termitas	Fipronil
Viricidas	Virus	Escitovirina

**Tabla 1.** Clasificación de los plaguicidas de acuerdo con su organismo objetivo. Crédito: Abubakar et al., 2020.

## Clasificación de acuerdo con su función

La clasificación de los plaguicidas responde al mecanismo de acción para impedir la proliferación de las plagas, por ejemplo, los que estimulan o retardan el desarrollo de la plaga mediante reguladores de crecimiento. En la tabla 2, se muestran ejemplos de la relación que existe entre la función del plaguicida y la acción que llevan a cabo (Parween y Jan, 2019).

Acción	Función	Ejemplos
Disuasivos de la alimentación	Impiden que un insecto u otra plaga se alimente.	<i>Azadirachta Indica</i> (Árbol de Nim)
Disuasión del ovipositor	Impide la puesta de huevos por parte de la hembra.	<i>Azadirachta indica</i> (Árbol de Nim)
Repelentes	Impide que la plaga se acerque a los cultivos.	Aceites esenciales
Atrayentes	Sustancia química que atrae a las plagas.	Feromonas
Fumigantes	Mediante la producción de un gas o vapor, elimina las plagas.	Fosfina
Regulador del crecimiento de los insectos	Interrumpe el crecimiento y el desarrollo de un insecto.	Diflubenzurón
Sinérgico	Aumenta la toxicidad de un plaguicida que no es tóxico por sí mismo para la plaga.	Butóxido de piperonilo

**Tabla 2.** Clasificación de los plaguicidas de acuerdo con su función. Crédito: Abubakar et al., 2020.

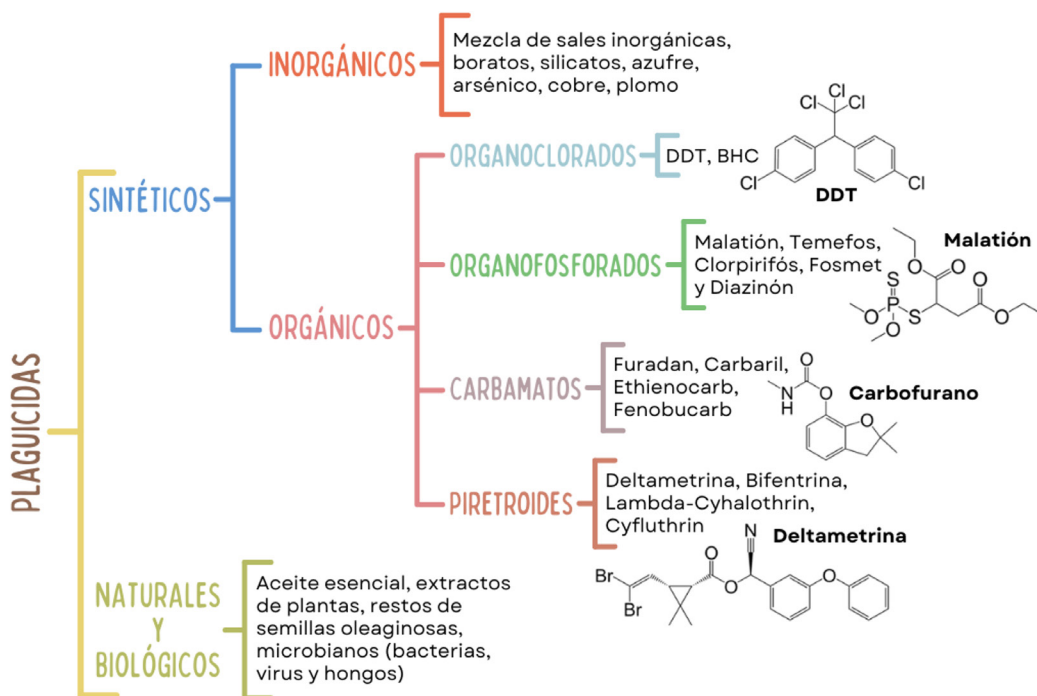
## Clasificación de acuerdo con su origen

Los plaguicidas pueden ser naturales o sintéticos (fabricados en un laboratorio), estos últimos a su vez se clasifican como orgánicos e inorgánicos. Los componentes que constituyen a los plaguicidas inorgánicos por lo general presentan estructuras químicas o fórmulas más sencillas, y son más solubles en agua que los de origen orgánico. Los pesticidas orgánicos se pueden agrupar en cuatro principales categorías: organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides. En la figura 2, se muestran los conceptos relacionados con la clasificación de los plaguicidas de acuerdo con su origen.

## Plaguicidas sintéticos

Los plaguicidas organoclorados son compuestos orgánicos que contienen átomos de cloro (símbolo Cl) en su estructura química, esto los convierte en sustancias altamente tóxicas que permanecen en el medio ambiente durante años; actúan sobre el sistema nervioso central de los organismos objetivo, provocando convulsiones y parálisis o la muerte (Abubakar et al., 2020; Parween y Jan, 2019; Urkude et al., 2019). Los organofosforados contienen al elemento químico fósforo (símbolo P) y son utilizados para controlar una gran cantidad de plagas, debido a que presentan un amplio espectro de acción, que los convierte en candidatos para ser utilizados en áreas agrícolas y veterinarias; actúan por envenenamiento estomacal, fumigación o por contacto, y atacan el sistema nervioso central provocando parálisis y después la muerte. Se consideran biodegradables ya que permanecen poco tiempo en el medio ambiente, pero debido a su alta toxicidad, el uso de algunos de ellos ha sido discontinuado (Parween y Jan, 2019).





**Figura 2.** Clasificación de los plaguicidas. Adaptado de Parween y Jan, 2019. Crédito: elaboración propia.

Los carbamatos son muy parecidos estructuralmente a los organofosforados. Su persistencia en el medio ambiente puede variar de semanas a meses y se emplean para afectar la transmisión de señales nerviosas en los organismos provocándoles la muerte. El modo de acción de los carbamatos es muy similar al de los organofosforados y puede inducir envenenamiento estomacal, por fumigación o por contacto (Abubakar et al., 2020; Parween y Jan, 2019).

Por último, los piretroides son moléculas sintéticas inspiradas en las piretrinas, moléculas presentes de forma natural en el extracto de ciertas plantas. La forma en que actúan sobre los microorganismos es atacando el sistema nervioso central de insectos y peces, aunque también atacan a mamíferos y aves en una menor proporción. Estas sustancias se degradan rápidamente por efecto de la luz, por ello su permanencia en el medio ambiente es baja, razón que permite a los piretroides ser utilizados en el combate de plagas en alimentos (Abubakar et al., 2020; Parween y Jan, 2019). La elevada toxicidad y baja biodegradabilidad de algunos pesticidas sintéticos de origen orgánico e inorgánico, ha generado la búsqueda de nuevas opciones amigables con el medio ambiente y la salud de los seres vivos no objetivo. En el siguiente enlace se muestra una alternativa para el control de plagas que disminuye los daños en el medio ambiente.

## Plaguicidas naturales

Son un tipo de sustancias que se obtienen de fuentes naturales como plantas, animales y algunos elementos minerales. Son seguros para el medio ambiente

y seres humanos debido a su baja toxicidad comparada con los plaguicidas sintéticos. Se pueden dividir en dos categorías, los bioquímicos (hormonas, enzimas, feromonas) y microbianos (virus, bacterias, hongos, protozoos, nematodos); estos plaguicidas pueden interrumpir los procesos naturales de crecimiento de artrópodos (Abubakar et al., 2020).

## Plaguicidas de origen botánico

Las plantas producen moléculas que les permiten llevar a cabo funciones necesarias para su buen desarrollo y supervivencia, conocidos como metabolitos. Estos metabolitos se clasifican de acuerdo con las funciones que llevan a cabo y pueden ser primarios o secundarios. Los primarios (por ejemplo, aminoácidos, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos) se relacionan con el crecimiento y la supervivencia y participan en procesos como respiración y la fotosíntesis. Por su parte, los metabolitos secundarios se relacionan con su desarrollo en el medio ambiente, como repeler depredadores, atraer insectos para el proceso de polinización, inhibición del proceso de germinación de semillas y el proceso de comunicación con otras plantas.

Los aceites esenciales son un ejemplo de metabolito secundario y se encuentran constituidos principalmente por un grupo de moléculas llamadas terpenos (figura 3), su extracción puede ser de distintas partes de la planta como las hojas, frutos, flores y cortezas (Castillo et al., s.f.). Estos aceites se evaporan con facilidad en el medio ambiente, presentan un olor que los caracteriza y otras propiedades, además son mezclas de una gran variedad de compuestos químicos capaces de combatir organismos como hongos o bacterias, además, también pueden presentar capacidad antioxidante.

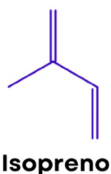
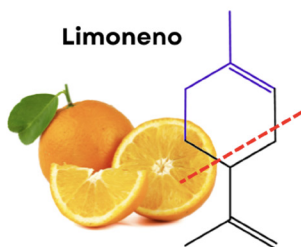
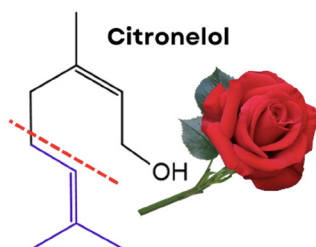
Dichas sustancias representan una alternativa para el desarrollo de nuevos productos, para combatir la proliferación de microorganismos causantes de enfermedades en seres humanos, animales y plantas, favoreciendo su uso en distintas áreas de aplicación. En la industria de los alimentos, los aceites de tomillo, clavo y orégano han sido empleados para conservar productos cárnicos (Saeed et al., 2022); mientras que en el sector agrícola se ha utilizado el aceite de ajo como insecticida para el control del gorgojo castaño de la harina, en granos almacenados (Yang et al., 2009). En estudios recientes, los aceites esenciales de albahaca, *Tanacetum argenteum Lamiaceae*, y menta piperita presentaron propiedades insecticidas contra mosquitos y distintas plagas agrícolas (Elumalai et al., 2022). Por lo anterior, han sido propuestos como bio-pesticidas verdes en el combate de plagas. En las últimas décadas, se ha incrementado su uso debido a estas extraordinarias propiedades.

**Figura 3.** Terpenos y algunos ejemplos de ellos. Crédito: elaboración propia.

### TERPENOS:

Compuestos orgánicos presentes en plantas y animales que están formados por la unión de dos o más unidades **isopreno**.

#### Algunos ejemplos...





## Conclusiones

Hoy en día los plaguicidas siguen siendo indispensables para el desarrollo de la sociedad debido a que mejoran los rendimientos de la producción agrícola y ayudan a combatir enfermedades transmitidas por determinados organismos; sin embargo, se ha demostrado que el uso desmedido de estas sustancias puede ser perjudicial para la salud de los seres humanos y animales, ocasionando desequilibrio en los ecosistemas. Actualmente, las investigaciones en el área giran en torno a la búsqueda constante de versiones menos tóxicas y con mejor biodegradación que los plaguicidas sintéticos. Los aceites esenciales, empleados desde la antigüedad en distintas áreas, son una opción poco nociva y amigable con el ambiente, haciéndolos viables como plaguicidas de origen botánico. El uso de estas alternativas de origen natural juega un papel importante en la disminución del uso de sustancias sintéticas adoptadas en la actualidad.

## Referencias

- ❖ Abubakar, Y., Tijjani, H., Egbuna, C., Adetunji, C. O., Kala, S., Kryeziu, T. L., Patrick Iwuanyanwu, K. C. (2020). Chapter 3 - Pesticides, History, and Classification. In C. Egbuna y B. Sawicka, *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control*, 29-42. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819304-4.00003-8>
- ❖ Assadpour, E., y Jafari, S. M. (2019). Chapter 3 - Nanoencapsulation: Techniques and Developments for Food Applications. In A. López Rubio, M. J. Fabra Rovira, M. Martínez Sanz, y L. G. Gómez-Mascaraque, *Nanomaterials for Food Applications*, 35-61. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814130-4.00003-8>
- ❖ Castillo, P., Perea, I., y Arellano, J. d. J. (s.f.). *Que son y para qué sirven los metabolitos en las plantas. Ciencia y desarrollo*. Consultado el 19 de mayo de 2022. <https://n9.cl/vswl1>
- ❖ Elumalai, K., Krishnappa, K., Pandiyan, J., Alharbi, N. S., Kadaikunnan, S., Khaled, J. M., Govindarajan, M. (2022). Characterization of secondary metabolites from Lamiaceae plant leaf essential oil: A novel perspective to combat medical and agricultural pests. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 117, 101752. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2021.101752>
- ❖ Ochoa, V., y Maestroni, B. (2018). Chapter 9 - Pesticides in Water, Soil, and Sediments. In B. Maestroni & A. Cannavan, *Integrated Analytical Approaches for Pesticide Management*, 133-147. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816155-5.00009-9>
- ❖ Organización Mundial de la Salud. (2020). *Chemical safety: Pesticides*. Consultado el 20 de mayo de 2022. <https://n9.cl/tp2un>
- ❖ Organización Mundial de la Salud. (2022). *Pesticide residues in food*. Consultado el 19 de mayo de 2022. <https://n9.cl/0giuu>
- ❖ Parra-Arroyo, L., González-González, R. B., Castillo-Zacarías, C., Melchor Martínez, E. M., Sosa-Hernández, J. E., Bilal, M., ... Parra-Saldívar, R. (2022). Highly hazardous pesticides and related pollutants: Toxicological, regulatory, and analytical aspects. *Science of The Total Environment*, 807(3), 151879. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151879>



- ❖ Parween, T., y Jan, S. (2019). Chapter 1 - Pesticides and environmental ecology. In T. Parween y S. Jan, *Ecophysiology of Pesticides*, 1-38. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817614-6.00001-9>
- ❖ Saeed, K., Pasha, I., Jahangir Chughtai, M. F., Ali, Z., Bukhari, H., & Zuhair, M. (2022). Application of essential oils in food industry: challenges and innovation. *Journal of Essential Oil Research*, 34(2), 97-110. <https://doi.org/10.1080/10412905.2022.2029776>
- ❖ Sonawane, S. H., Bhanvase, B. A., Sivakumar, M., y Potdar, S. B. (2020). 1 - Current overview of encapsulation. In S. H. Sonawane, B. A. Bhanvase, y M. Sivakumar (Eds.), *Encapsulation of Active Molecules and Their Delivery System*, 1-8. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819363-1.00001-6>
- ❖ Urkude, R., Dhurvey, V., y Kochhar, S. (2019). 15 - Pesticide Residues in Beverages. In A. M. Grumezescu y A. M. Holban, *Quality Control in the Beverage Industry*, 529-560. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816681-9.00015-1>
- ❖ Yang, F.-L., Li, X.-G., Zhu, F., & Lei, C.-L. (2009). Structural Characterization of Nanoparticles Loaded with Garlic Essential Oil and Their Insecticidal Activity against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(21), 10156-10162. <https://doi.org/10.1021/jf9023118>