

Ensayo expositivo

Extractos vegetales para el control de plagas: aplicaciones y métodos de preparación

Plant extracts for pest control: applications and preparation methods

Aracely Martínez Bautista¹, Eduardo Osorio Hernández^{1*}, Ma. Teresa de Jesús Segura Martínez¹, Laura Rosa Margarita Sánchez Castillo¹, Mario Rocandio Rodríguez¹

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Autor de correspondencia:
*eosorio@docentes.uat.edu.mx

Recibido: 28-11-2024 Aceptado: 05-01-2026 (Artículo Arbitrado)

Resumen

Las plagas limitan la producción agrícola, por lo que, para disminuir los daños causados a los cultivos se emplea el control químico. Sin embargo, los plaguicidas químicos contienen sustancias tóxicas para la salud y el ambiente. Para disminuir el uso de químicos se ha implementado la aplicación de extractos vegetales, ya que presentan compuestos bioactivos con propiedades plaguicidas. Por lo anterior, el objetivo del artículo fue examinar la información sobre la aplicación de extractos vegetales para el control de plagas y los métodos de preparación. Se encontró que los extractos vegetales se aplican principalmente como insecticidas, larvicidas, acaricidas y fungicidas, debido a sus compuestos bioactivos, los cuales estimulan la resistencia de las plantas e interfieren con los procesos biológicos de las plagas. Dichos compuestos pueden ser extraídos mediante distintos métodos, siendo el más prometedor el uso simultáneo del ultrasonido/microondas, puesto que las ondas ultrasónicas y el calentamiento rápido de agua intracelular causan la ruptura celular, liberando los compuestos en menor tiempo y con menor cantidad de solvente. En este sentido, los extractos vegetales son una opción sustentable para el control de plagas así mismo, el método de extracción y las condiciones como temperatura, tiempo y solvente influyen en su eficacia.

Palabras clave: Control biológico, compuestos bioactivos, fungicida, insecticida, ultrasonido/microondas.

Abstract

Pests limit agricultural production, so chemical control is used to reduce the damage they cause to crops. However, chemical pesticides contain substances toxic to health and the environment. To decrease the use of chemicals, the application of plant extracts has been implemented, as they contain bioactive compounds with pesticidal properties. Therefore, the objective of this article was to examine information on the application of plant extracts for pest control and their preparation methods. It was found that plant extracts are mainly applied as insecticides, larvicides, acaricides, and fungicides, due to their bioactive compounds, which stimulate plant resistance and interfere with the biological processes of pests. These compounds can be extracted using different methods, the most promising being the simultaneous use of ultrasound/microwaves, since ultrasonic waves and the rapid heating of intracellular water cause cell rupture, releasing the compounds in less time and with less solvent. In this sense, plant extracts are a sustainable option for pest control; likewise, the extraction method and conditions such as temperature, time, and solvent influence their effectiveness.

Keywords: Biological control, bioactive compounds, fungicide, insecticide, ultrasound/microwave.

Introducción

Los cultivos agrícolas son afectados por plagas como insectos, ácaros y hongos fitopatógenos. Una plaga de importancia económica es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) al ser vector de diversos virus eleva la incidencia y severidad de las enfermedades en las plantas (Aslam et al., 2023), de igual manera la araña roja (*Tetranychus evansi*) que ocasiona pérdidas en

los cultivos de hasta el 80 % (Azandeme-Hounmalon et al., 2022). Así como los hongos: *Botrytis cinerea* que causa lesiones de color negro en los tallos de las plantas (Lacrampe et al., 2023), *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum* provocan pudrición en semillas, raíces, tallos y frutos (Aydin, 2022; Singh et al., 2017).

El control de estas plagas se lleva a cabo mediante la aplicación de plaguicidas, sin embargo, estos dañan el ambiente y la salud de las personas, por lo que el uso de extractos vegetales representa una alternativa para disminuir el uso del control químico (Velázquez et al., 2024). Para la preparación de los extractos se utilizan diversas especies vegetales, ya que contienen compuestos con propiedades antifúngicas (Hussein y Joo, 2018), plaguicidas o repelente (Flores et al., 2017).

Los extractos vegetales inhiben y/o estimulan diferentes procesos biológicos, lo que genera esterilidad y dificultad en la alimentación de las plagas (Flores-Villegas et al., 2019). El efecto insecticida de algunas especies vegetales se relaciona con la toxicidad de sus compuestos, los cuales inducen la inhibición, inanición o asfixia de las plagas (Flores et al., 2017).

Entre las especies vegetales que se utilizan para la elaboración de extractos se encuentran: *Tagetes erecta* (flor de muerto), *Azadirachta indica* (neem), *Ocimum basilicum* (albahaca), *Cordia boissieri* (anacahuita) entre otras. El extracto de la flor de *T. erecta* inhibe el crecimiento de hongos como *Candida albicans*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* y *Penicillium crysogenum* (Vedam et al., 2019). Las hojas de *T. erecta* tienen efecto insecticida contra las larvas de *Zadiprion vallicola* (mosca sierra) (Toribio-Hernández y Grande-Romero, 2020).

Por otra parte, los extractos de las semillas y hojas de *Azadirachta indica* reducen la población y la incidencia de *Bemisia tabaci* conocida como mosca blanca (Amour et al., 2023). Así mismo, extractos de *Ocimum basilicum* contienen propiedades antimicrobianas y antiparasitarias (Dhama et al., 2023). Mientras que, *C. boissieri* ha mostrado actividad microbiana (Molina-Salinas et al., 2007).

Con el fin de extraer la mayor cantidad de compuestos y en concentraciones elevadas se emplean distintos métodos de preparación, pueden usarse solos o combinados, entre los principales se encuentran: la maceración (Moroch-Coronel et al., 2024), maceración y destilación (Flores et al., 2017), maceración/agitación (Vilchez et al., 2023), ultrasónico (Muñiz-Márquez et al., 2013), microondas (Muñiz-Márquez et al., 2019) y ultrasonido/microondas (Franco-Aguirre et al., 2023). Además, se usan como solventes el hexano, cloroformo, etanol y metanol en

diferentes concentraciones (León-Fernández et al., 2021). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue examinar la información sobre la aplicación de extractos vegetales para el control de plagas y los métodos de preparación.

Aplicaciones de los extractos vegetales contra plagas

La aplicación de los extractos vegetales con propiedades insecticidas y fungicidas es una alternativa para minimizar los efectos negativos de los pesticidas químicos (Santos et al., 2016), al ser de bajo costo, no afectar el ambiente ni la salud (Villa-Martínez et al., 2015). Por ejemplo: los extractos de *Cecropia peltata* (Trompetilla o Yarumo) y *Trema Micrantha* (Capulín cimarrón o Guacimilla) controlan la población de *Tetranychus urticae* (araña roja) con más del 60 % de mortalidad a las 24 h después de la aplicación (Velázquez et al., 2024); los extractos de *Azadirachta indica* (neem), *Ricinus communis* (tártago) y *Allium sativum* (ajo) se utilizan para el control de orugas y huevos de la plaga *Agraulis vanillae* (mariposa de espejos) (Riquelme, 2024). Para las enfermedades causadas por el hongo *Fusarium incarnatum* en el cultivo de plátano, se emplea el uso de extractos vegetales de *Cinnamomum verum* (canela) y *Syzygium aromaticum* (clavo de olor), que inhiben el crecimiento del hongo (Moroch-Coronel et al., 2024).

Los compuestos de *Tagetes erecta* (Figura 1A), presentan efecto inhibidor sobre *Fusarium oxysporum*, además de proteger la estructura celular de las hojas e incrementar la resistencia general de la planta y la tasa de germinación de semillas infectadas por el hongo (Du et al., 2017). Otras investigaciones mencionan que los extractos de los pétalos de esta especie disminuyen el crecimiento de hongos como *Candida albicans*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* y *Penicillium crysogenum* (Vedam et al., 2019), así como de *Monilinia laxa* y *Fusarium graminearum* (Perisoara et al., 2022). *Tagetes erecta* también tiene propiedades larvicia, nematicida e insecticida (Santos et al., 2016), es efectivo contra larvas de *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero) causando toxicidad por contacto, así como el 40 % de la mortalidad del insecto (Henagamage et al., 2023).

Por otra parte, los extractos de *Azadirachta indica* (Figura 1B) previenen y reducen el ataque de *Bemi-*

sia tabaci (mosca blanca), así como la incidencia y severidad de enfermedades fungosas (Akama et al., 2023). También se ha reportado una reducción de la oviposición, el número de ninfas y la emergencia del adulto de *Bemisia tabaci* en un 50 %, 70 % y 80 %, respectivamente (Amour et al., 2023) y la reducción de la población de ninfas del 47.55 % después de 120 h (Aslamet et al., 2023). El extracto también reduce el 7.11 % y 2.83 % de la infestación de *Phyllocnistis citrella* (minador de hojas de los cítricos) a los 10 y 20 días después de la aplicación, respectivamente (Valarezo et al., 2023).

Otra especie vegetal utilizada como extracto vegetal es *Ocimum basilicum* (Figura 1C), la cual tiene actividades fungicidas contra el crecimiento micelial y germinación de los conidios de *Pilidiella granati* (Thomidis y Filotheou, 2016). Así mismo, el extracto de hojas de *Ocimum basilicum* es efectivo contra *Cercospora apii* Fressen, causante de tizón temprano del apio, con un 100 % de reducción de inhibición del crecimiento micelial a los 14 días (Ramos de L et al., 2012). Se han reportado propiedades insecticidas de *Ocimum basilicum* al controlar a adultos y larvas de *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* y *Culex quinquefasciatus*, los cuales son vectores de la transmisión de virus como los que causan dengue, zika, fiebre amarilla o chikungunya (Leyva et al., 2020).

El extracto de las hojas de *Cordia boissieri* (Figura 1D), poseen actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* (Molina-Salinas et al., 2007) e inhiben el crecimiento de *Candida glabrata* (Salazar-Aranda et al., 2011). Por otra parte, los extractos de *Cordia boissieri* causan mortalidad de dos poblaciones de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) microplus (garrafa) del 37 a 71 % en adultos y de 10.33 a 33.04 % en larvas (García-Ponce et al., 2024).

Métodos de preparación de extractos vegetales

Existen diversos métodos para extraer compuestos de las especies vegetales, entre las más reportadas se encuentra las siguientes:

Maceración. Es uno de los métodos más utilizados por ser de bajo costo y su aplicación sencilla, consiste en poner en contacto durante un determinado tiempo el material vegetal con un solvente que puede ser agua, etanol, metanol, acetona entre otros, el proceso se realiza a temperatura ambiente, removiendo la mezcla con frecuencia (Hidayat y Wulandari, 2021). Este método conduce la difusión pasiva de compuestos bioactivos en el solvente (Chongo Y. (2025), sin embargo, mediante la maceración algunos compuestos no pueden ser extraídos llevando a una extracción incompleta (Shikov et al., 2022).

Se ha utilizado este método en diversas investigación como el de Riquelme, (2024), donde el extracto de neem se obtuvo al mezclar 1 L de agua con las hojas (150 g), las cuales en un mortero previamente fueron molidas hasta formar una pasta, la mezcla se dejó en maceración en un recipiente por 48 h (Figura 2) y con ayuda de un colador de tela de algodón se filtró para desechar los restos del material vegetal. Por otra parte, Velázquez et al. (2024), utilizaron hojas de Cecropia peltata (Trompetilla o Yarumo) y Trema Micrantha (Guacimilla) las cuales fueron secadas a la sombra por 20 días y después trituradas en un mortero de porcelana. El material vegetal se colocó dentro de un recipiente con agua por 24 h, transcurrido este tiempo el extracto se filtró. La concentración que se empleo fue de 30 g de polvo en 1 L de agua.

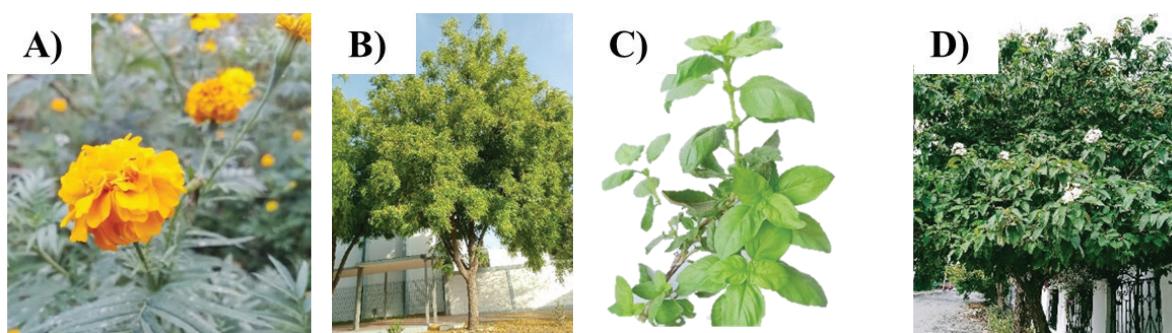


Figura 1. Especies vegetales para la aplicación de extractos vegetales contra plagas: *Tagetes erecta* (A), *Azadirachta indica* (B), *Ocimum basilicum* (c) y *Cordia boissieri* (D).

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, Morocho-Coronel et al. (2024), utilizaron este método donde pulverizaron 50 g de material vegetal y lo mezclaron con 120 mL de etanol al 96 %, la mezcla se dejó reposar durante 96 h. Posteriormente, el extracto se separó del material vegetal, mediante filtración con una tela de organza y se guardó en refrigeración hasta su uso.

Maceración/destilación. Para la preparación de los extractos vegetales se pueden emplear distintos procesos, con el fin de aumentar la concentración de los compuestos que se buscan extraer de las especies vegetales. Flores et al. (2017), colectaron hojas frescas de orégano silvestre y zacate limón (citronela), las cuales fueron secadas bajo sombra y molidas en una licuadora convencional (Figura 3A). El polvo obtenido de cada especie vegetal (Figura 3B) se maceró y se dejó reposar durante 24 h en frascos de vidrio con etanol al 96 % como solvente. Posteriormente se empleó la destilación que es la evaporación del solvente y su posterior condensación, consiste en separar el solvente del extracto, para ello se utilizó un instrumento llamado roto-vapor (Brinkmann), el cual permitió que el solvente se evaporara sin dañar los compuestos extraídos de la planta. Una vez terminado lo anterior, los extractos fueron envasados en recipientes color ámbar y refrigerados a 8 ± 2 °C hasta su uso.

Mientras que Vázquez et al. (2024), emplearon extractos de jengibre, en donde se inició con la limpieza de los rizomas del jengibre y se desinfectaron en hipoclorito de sodio por 3 min, luego se dejaron secar en un sitio ventilado a temperatura ambiente. Posteriormente, se cortaron rodajas de 3 mm de espesor

y con ayuda de un deshidratador de alimentos las muestras fueron secadas a 70 °C durante 12 h. Para el extracto se usó una concentración de 50 g del rizoma y 700 mL de alcohol al 96 %, se dejó macerar por siete días y después el solvente se evaporó mediante un Rotovapor (ISSE LABS) a 60 °C, durante 40 min para obtener 20 mL de concentrado del extracto.

Maceración/agitación. La velocidad de agitación es un factor importante a considerar cuando se extraen compuestos de plantas. Zainol et al. (2023) emplearon la maceración y la agitación para extraer compuestos fitoquímicos de *Asystasia gangética*, donde mezclaron 5 g de muestras de plantas en polvo con metanol y agua destilada a temperatura ambiente. Posteriormente, se colocó la mezcla en un agitador incubador a 80 °C durante 5 horas y se centrifugó a 5800 ppm durante 15 minutos antes de ser filtrada con un papel filtro Whatman. En este estudio se evaluaron diferentes velocidades de agitación (160 a 220 rpm) y porcentajes de metanol (65 a 80 %), teniendo como resultado que la velocidad de agitación de 204 rpm y el 72 % de porcentaje de disolvente mostraron mayor concentración de compuestos (Figura 4).

Muhammad et al. (2014) indicó que el aumento de la velocidad de agitación de 50 a 300 rpm incrementó la concentración de flavonoles totales extraídos de *Averrhoa bilimbi* en un 47 %. Elhag et al. (2018) reportaron mayor extracción de saponinas de raíces de *Eurycoma longifolia* al elevar la velocidad de agitación. Esto se debe a que una alta velocidad de agitación incrementa el coeficiente de transferencia de masa y potencia la transferencia de masa convectiva, lo que induce a un mayor rendimiento de extracción (Tagliazucchi et al., 2010).

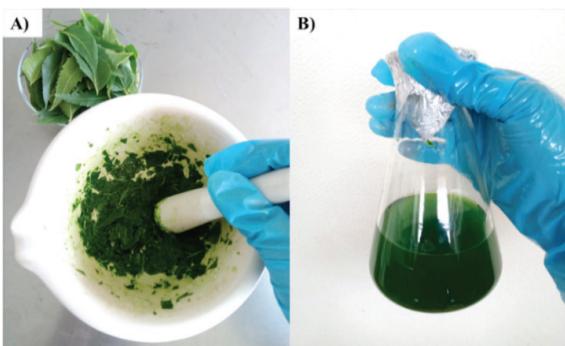


Figura 2. Método de maceración: Hojas de Neem molidas en un mortero de porcelana (A) y extracto acuoso de Neem después de 48 h (B).

Fuente: Elaboración propia.

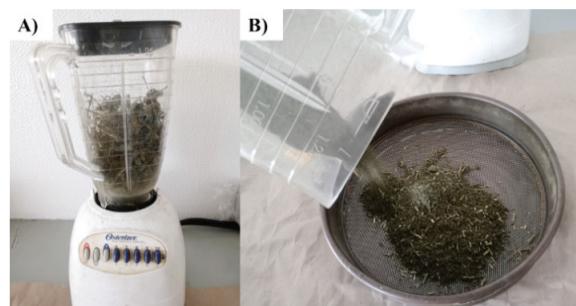


Figura 3. Manejo del material vegetal: hojas de orégano molidas en una licuadora convencional (A) y polvo obtenido de la especie vegetal (B).

Fuente: Elaboración propia.

Ultrasonido. Este método al aplicarse en un líquido genera burbujas que crecen y colapsan rápidamente, rompiendo las paredes de las células del material vegetal, causando la liberación de los compuestos que se encuentran en su interior, así mismo, permite que el disolvente penetre en el material vegetal y se extraigan las sustancias de interés, que finalmente pasan al líquido de extracción (Hidalgo-Sánchez et al., 2025). En comparación con la extracción convencional, la extracción mediante ultrasonido puede extraer componentes bioactivos en menor tiempo, a baja temperatura, con menor energía y disolvente (Kumar et al., 2021). Por lo que, es un método eficaz para la elaboración de extractos vegetales, al ser considerado un método fácil de manipular, fiable y factible (Muñiz-Márquez et al., 2013).

En un estudio realizado por Hidalgo-Sánchez et al. (2025) se comprobó la eficiencia de la extracción de polifenoles totales de *Piper aduncum* L. mediante la extracción asistida por ultrasonido. Donde los resultados mostraron mayor concentración de polifenoles totales al usar este método ($0,45 \pm 0,03$ y $2,10 \pm 0,09$ g EAG/100 g ms). De esta manera, se pueden extraer compuestos bioactivos vegetales como: fenólicos, flavonoides, timoles, saponinas y proteínas. Sin embargo, se debe considerar parámetros de extracción como la temperatura, el tiempo, la potencia, la frecuencia y el tipo de disolvente ya que estos influyen en el rendimiento de la extracción (Yusoff et al., 2022).

Microondas. El método funciona con el calentamiento rápido de agua intracelular con el fin de generar presión, causando la ruptura celular, lo que faci-

lita la liberación de los compuestos (Routray y Orsat, 2012). La extracción se realiza de manera eficiente al utilizar menos disolvente, con un mínimo de residuos y disminuyendo la exposición ambiental y humana a sustancias químicas dañinas (Bagade y Patil, 2021).

Muñiz-Márquez et al. (2019), indicaron que este método fue viable para la obtención de extractos vegetales al presentar ventajas como reducción del tiempo de preparación así como menor cantidad de solventes, en comparación con otros métodos de extracción convencionales. Las condiciones de extracción para plantas de *Coriandrum sativum* (cilantro) fueron 3 min de radiación con etanol al 25 % y para *Amaranthus hybridus* (Quelite) fue de 9 min de radiación con etanol al 50 %.

Ultrasonido/microondas. En la búsqueda de alternativas para la elaboración de extractos vegetales han surgido investigaciones donde emplean los métodos de ultrasonido y microondas simultáneamente para optimizar los rendimientos sin afectar la efectividad de los compuestos extraídos (Renovato-Núñez et al., 2023). La combinación del efecto del ultrasonido (ruptura de la pared celular) y microondas (calentamiento y debilitamiento de la estructura celular) mejoran la recuperación fenólica y el potencial antioxidante de los compuestos extraídos (Laina et al., 2024).

Franco-Aguirre et al. (2023), utilizaron estos métodos para la elaboración del extracto de hojas de *Mentha piperita* (menta negra), las cuales fueron secadas a temperatura ambiente durante 14 días, trituradas en un molino multiusos (TCNAL, TE-631/4) durante 5 min, 500 w de potencia y a 2000 revolucio-

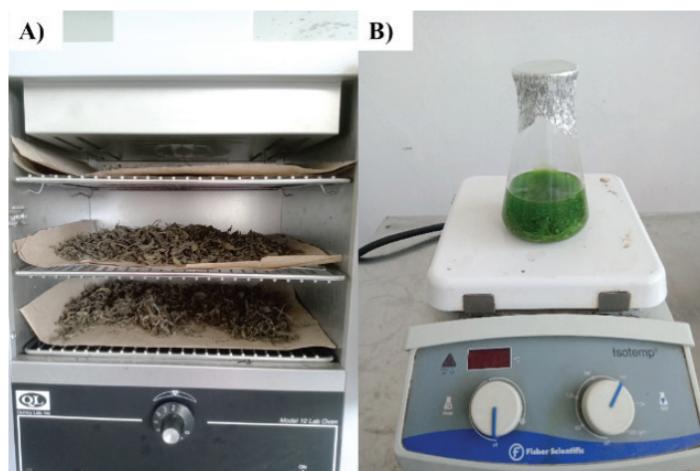


Figura 4. Método de maceración/agitación: secado del material vegetal en Estufa (A) y extracto en agitación (B).

Fuente: Elaboración propia.

nes por min. Para el extracto se usó alcohol al 96 % y 100 g de materia vegetal, se utilizó el reactor híbrido (Ultrasonic Microware Cooperative Worstation, XO-SM400) (Figura 5). Por otra parte, Rodrigues y Pinto, (2007), indicaron que la extracción por ultrasonido es de bajo costo, ya que se extraen altas cantidades de compuestos y el tiempo de extracción se reduce significativamente.

Conclusiones

Los extractos vegetales se usan para controlar la población de plagas ya que interfieren en su alimentación y supervivencia al provocar inhibición, inanición o asfixia en los organismos dañinos. De igual manera, ayudan a preservar la estructura celular de las hojas, aumentan la resistencia de la planta contra las plagas, inhiben el crecimiento micelial y favorecen la germinación de semillas afectadas por hongos. Con el fin de extraer la mayor cantidad de compuestos bioactivos (fenólicos, flavonoides, timoles, saponinas y proteínas) se utilizan distintos métodos de extracción convencionales como la maceración hasta tecnológicos como el ultrasonido y las microondas. El uso simultaneo de las dos últimas ha demostrado mayor eficiencia en cuanto a la reducción del tiempo de extracción y disminución en el uso del solvente. De esta manera, la extracción se realiza con un mínimo de residuos y disminuyendo la exposición ambiental y humana a sustancias químicas dañinas.

Referencias

Akama, C. K., Amiteye, S., Appiah, A. S., Kpentey, P. B., Appiah, R., Kufam, J. T., Dzimega, D. A. and Amenorpe, G. (2023). Assessment of different rates of neem extracts as bio-pesticide for the control of insect vectors and associated viral diseases in okra. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 19(4): 364-373.

- Amour, M., Wosula, E. N., Mrisho, L., Hoskins, C., Buss, D., Bruce, T., Stephano, F. and Legg, J. P. (2023). Efficacy of selected botanical oils against the cassava whitefly (*Bemisia tabaci*) and their effects on its feeding behaviour. *Journal of Applied Entomology*. Vol. 147(7):473-485.
- Aslam, M., Sarwar, A., Khan, S. Z., Awan, M. I., Munir, M., Mushtaq, M. N., Ahmad, S., Hanif, A., Masroor, A. and Ashraf, M. R. (2023). The effectiveness of botanicals and fungus isolates from fish pond on the population reduction of *Bemisia tabaci*. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*. Vol. 10(3):4996-5007.
- Aslam, S., Tahir, A., Aslam, M. F., Alarm, M. W., Shedad, A. A. and Sadia, S. (2017). Recent advances in molecular techniques for the identification of phytopathogenic fungi a mini review. *Journal of Plant Interactions*. Vol. 12(1):493-504.
- Aydin, M. H. (2022). *Rhizoctonia solani* and its biological control. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. Vol. 9(1):118-135.
- Azandeme-Hounmalon, G. Y., Sikirou, R., Onzo, A., Fiaboe, K. K. M., Tamo, M., Kreiter, S. and Martin, T. (2022). Re-assessing the pest status of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) on solanaceous crops and farmers control practices in Benin. *Journal of Agriculture and Food Research*. Vol. 10:1-8.
- Bagade, S. B. and Patil, M. (2021). Recent advances in microwave assisted extraction of bioactive compounds from complex herbal samples: a review. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. Vol. 51(2):138-149.
- Chongo, Y. (2025). Extraction methods of bioactive compounds: a sustainability approach. *Journal of Food Science and Gastroonomy*. Vol. 3(1):29-37.
- Dhama, K., Sharun, K., Gugjoo, M. B., Tiwari, R., Alagawany, M., Yattoo, M. I., Thakur, P., Iqbal, H. M. N., Chaicumpa, W., Michalak, I., Elnesr, S. S. and Farag, M. R. (2023). A comprehensive review on chemical profile and pharmacological activities of *Ocimum basilicum*. *Food Reviews International*. Vol. 39:119-147.
- Du, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H. A., Basurto-Sotelo, M., Soeto-Parra, J. M. y Martínez-Escudero, E. (2015). Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*. Vol. 64(2):194-205.
- Elhag, E. A. E., Naila, A., Ajit, A., Abdul A., B. and Ziad S. A. (2018). Sequential extraction of saponins from *Eurycoma longifolia* roots by water extraction and ultrasound-assisted extraction. *Materials Today: Proceedings*. Vol. 5(10):21672-21681.

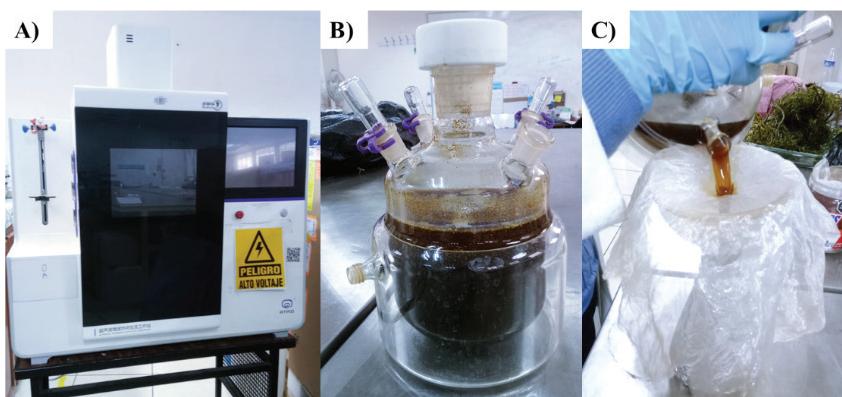


Figura 5. Preparación del extracto: equipo de Ultrasonido/microondas (A), extractor con el material vegetal mezclado con etanol al 96 % (B), filtrado del extracto en tela de organza (C).

Fuente: Elaboración propia.

- Flores, L., Solano, Y., Sanabria, M. E. and Hernández, D. (2017). Efectividad de los extractos vegetales de orégano silvestre (*Lippia origanoides* K.) y citronela (*Cymbopogon citratus* D C) sobre *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Idesia (Arica)*. Vol. 35(4):67-74.
- Flores-Villegas, M. Y., Gonzales-Laredo, R. F., Pompa-García, M., Ordaz-Díaz, L. A., Prieto-Ruiz, J. Á. y Domínguez-Calleros, P. A. (2019). Uso de plaguicidas y nuevas alternativas de control en el sector forestal. *Forestal Veracruzana*. Vol. 21(1):29-38.
- Franco-Aguirre, Y. D., Sáenz-Galindo, A., López-Badillo, C. M., Rodríguez-Herrera, R., Castañeda-Facio, A. O. y Ascacio-Valdés, J. A. (2023). Extractos de *Mentha piperita* L. obtenidos por tecnologías híbridas. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*. Vol. 11:5-9.
- García-Ponce, R., Hernández-Escareño, J. J., Cruz-Valdez, J. C., Galindo-Rodríguez, S. A. and Villarreal-Villarreal, J. P. (2024). Ixodididal effect of extracts from *Cordia boissieri*, *Artemisia ludoviciana* and *Litchi chinensis* on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Brazilian Journal of Biology*. Vol. 84:1-11.
- Henagamage, A. P., Ranaweera, M. N., Peries, C. M. and Premtilake, M. M. S. N. (2023). Repellent, antifeedant and toxic effects of plants-extracts against *Spodoptera frugiperda* larvae (fall armyworm). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. Vol. 48:1-10.
- Hidalgo-Sánchez, M. A., Pérez-Cuesta, A. M., Montesdeoca-Erazo, R. V. and Casigña-Guamán, N. S. (2025). Influencia del ultrasonido en la extracción de compuestos bioactivos de *Piper aduncum* L. *Código Científico Revista De Investigación*. Vol. 6(1):2273-2288.
- Hidayat R. and Wulandari P. (2021). Methods of extraction: maceration, percolation and decoction. *Eureka Herba Indones*. Vol. 2(1):68-74.
- Hussein, K. A., Joo, J. H. (2018). Antifungal activity and chemical composition of ginger essential oil against ginseng pathogenic fungi. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*. Vol. 8(2):194-203.
- Kumar, K., Srivastav, S. and Sharanagat, V. S. (2021). Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review. *Ultrasonics sonochemistry*. Vol. 70:105325.
- Lacrampe, N., Colombié, S., Dumont, D., Nicot, P., Lecompte, F. and Lughan, R. (2023). Nitrogen-mediated metabolic patterns of susceptibility to *Botrytis cinerea* infection in tomato (*Solanum lycopersicum*) stems. *Plants*. Vol. 27(2):1-20.
- Laina, K. T., Drosou, C., Stergiopoulos, C., Eleni, P. M. and Krokida, M. (2024). Optimization of combined ultrasound and microwave-assisted extraction for enhanced bioactive compounds recovery from four medicinal plants: oregano, rosemary, hypericum, and chamomile. *Molecules*. Vol. 29(23):5773.
- León-Fernández, A. E., Balois-Morales, R., Bautista-Rosales, P. U., Palomino-Hermosillo, Y. A., Bello-Lara, J. E. B. y López-Rivas, C. E. (2021). Extracción de compuestos fitoquímicos de inflorescencia y frutos de guanábana (*Annona muricata* L.). *Acta agrícola y pecuaria*. Vol. 7(1):1-12.
- Leyva, M., Marquetti, M. del C., Montada, D., Payroll, J., Scull, R., Morejón, G. y Pino, O. (2020). Actividad insecticida de los aceites esenciales de *Piper aduncum* subsp. *osmanum* y *Ocimum basilicum* sobre *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* y *Culex quinquefasciatus*. *Novitates Caribaea*. Vol. 16:122-132.
- Molina-Salinas, G. M., Pérez-López, A., Becerril-Montes, P., Salazar-Aranda, R., Said-Fernández, S. and Waksman de T. N. (2007). Evaluation of the flora of Northern Mexico for *In vitro* antimicrobial and antituberculosis activity. *Journal of ethnopharmacology*. Vol. 109(3):435-441.
- Morocho-Coronel, Y. B., Jaramillo-Aguilar, E. E., Herrera-Reyes, S. N. y Moreno-Herrera, A. (2024). Evaluación del efecto antifúngico de extractos vegetales sobre hongos asociados a manchas foliares en banano. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*. Vol. 7(1):248-257.
- Muhamed, N., Muhamed, S. A., Yusoff, M. M. and Gimbut, J. (2014). Influence of solvent polarity and conditions on extraction of antioxidant, flavonoids and phenolic content from *Averrhoa bilimbi*. *Journal of Food Science and Engineering*. Vol. 4(2012):255-260.
- Muñiz-Márquez, D. B., Martínez-Ávila, G. C., Wong-Paz, J. E., Belmares-Cerdeña, R., Rodríguez-Herrera, R. and Aguilar, C. N. (2013). Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Laurus nobilis* L. and their antioxidant activity. *Ultrasonics sonochemistry*. Vol. 20(5):1149-1154.
- Muñiz-Márquez, D., Wong-Paz, J., Contreras-Esquivel, J., Rodriguez-Herrera, R. and Aguilar, C. (2019). Chapter 12-Extraction of Phenolic Compounds From *Coriandrum sativum* L. and *Amaranthus hybridus* L. by Microwave Technology, pp:185-190. In: Ross W. R. (Ed.), *Polyphenols in plants isolation, purification and extract preparation*, ACADEMIC PRESS, USA, 425 p.
- Perisoara, A., Marin, I. C., Geana, E. I., Constantin, M., Angheluoiu, M., Pirvu, L. and Cristea, S. (2022). Phytostimulation and synergistic antipathogenic effect of *Tagetes erecta* extract in presence of Rhizobacteria. *Horticulturae*. Vol. 8(9):1-24.
- Ramos de L., N., Sanabria, M. E., Rodríguez y D., Ulacio, D. (2012). Efecto del extracto etanólico de albahaca genovesa (*Ocimum basilicum* var. Genovese) sobre *Cercospora apii* Fressen y el tizón temprano del celery (*Apium graveolens*). *Revista Científica UDO Agrícola*. Vol. 12(2):472-478.
- Renovato-Núñez, J., Cobos-Puc, L. E., Ascacio-Valdés, J. A., Rodríguez-Herrera, R., Iliná, A., Barrón-González, M., Sierra-Rivera, C. A. and Silva-Belmares, S. Y. (2023). Polyphenolic characterization and antiprotozoal effect of extracts obtained by maceration, ultrasound, microwave and ultrasound/microwave of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. *Natural Product Research*. Vol. 1:1-5.
- Riquelme R., M. T. (2024). Evaluación de Extractos Vegetales a Base de Tártago (*Ricinus communis*), Neem (*Azadirachta indica*) y Ajo (*Allium sativum*) para el Control de la Plaga (*Agraulis vanillae*) en un Cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* Sims). *Revista Científica Multidisciplinaria*. Vol. 1(1):77-86.
- Rodrigues, S. and Pinto, G. A. S. (2007). Ultrasound extraction of phenolic compounds from coconut (*Cocos nucifera*) shell powder. *Journal of Food Engineering*. Vol. 80(3):869-872.
- Routry, W. and Orsat, V. (2012). Microwave-Assisted Extraction of Flavonoids: A Review. *Food Bioprocess Technol*. Vol. 5(1):409-424.
- Salazar-Aranda, R., Pérez-López, L.A., López-Arroyo, J., Alanís-Garza, B.A. and Waksman de T., N. (2011). Antimicrobial and antioxidant activities of plants from northeast of Mexico. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine*. Vol. 1:1-6.
- Santos, P. C., Santos, V. H. M. G., Mecina, F., Andrade, A. R., Figueiredo, P. A., Moraes, V. M. O., Silva, L. P. and Silva, R. M. G. (2016). Insecticidal activity of *Tagetes* sp. on *Sitophilus zeamais* Mots. *International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJEAR)*. Vol. 2:31-38.

- Shikov, A. N., Mikhailovskaya, I. Y., Narkevich, I. A., Flisyuk, E. V. and Pozharitskaya, O. N. (2022). Methods of extraction of medicinal plants. In Mukherjee, P. K. (Ed.), Evidence-Based validation of herbal medicine (pp. 771-796). Elsevier.
- Singh, V. K., Singh, H. B. and Upadhyay, R. S. (2017). Role of fusaric acid in the development of '*Fusarium wilt*' symptoms in tomato: Physiological, biochemical and proteomic perspectives. *Plant Physiology and Biochemistry*. Vol. 118:320-332.
- Tagliazucchi, D., Verzelloni, E., Bertolini, D. and Conte, A. (2010). *In vitro* bio-accessibility and antioxidant activity of grape polyphenols. *Food chemistry*. Vol. 120(2):599-606.
- Thomidis, T. and Filotheou, A. (2016). Evaluation of five essential oils as bio-fungicides on the control of *Pilidiella granati* rot in pomegranate. *Crop Protection*. Vol. 89:66-71.
- Valarezo, C. O., Saldarriaga, V. A., Vélez, S. M., Reyna, J. L., Julca, A. y Rodríguez, A. (2023). Efecto del neem sobre *Phylloconistis citrella* y su parasitoidismo a nivel de invernadero en Manabí, Ecuador. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. Vol. 10(2):22-29.
- Vázquez, L. A. V., Flores, M. V. y Dominguez, G. E. T. (2024). Efecto del extracto de jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) sobre el crecimiento de *Botrytis cinerea*. *Revista Chapino Serie Agricultura Tropical*. Vol. 4(1):1-14.
- Vedam, V. A., Xavier, A. S. and David, D. C. (2019). *In-vitro* evaluation of antifungal and anticancer properties of *Tagetes Erecta* petal extract. *Biomedical and Pharmacology Journal*. Vol. 12(2):815-823.
- Velázquez, V. G., Aragón S., A., Puga J., A. L. y Hernández J., E. (2024). Extractos Acuosos de *Cecropia peltata* L. y *Trema Micrantha* Blumen como una Alternativa para el Control de *Tetranichus Urtice Koch*. Ciencia Latina: *Revista Multidisciplinar*. Vol. 8(2):3742-3753.
- Villa-Martínez, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H. A., Basurto-Sotelo, M., Soto-Parra, J. M. y Martínez-Escudero, E. (2015). Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*. Vol. 64(2):194-205.6
- Yusoff, I. M., Taher, Z. M., Rahmat, Z. and Chua, L. S. (2022). A review of ultrasound-assisted extraction for plant bioactive compounds: Phenolics, flavonoids, thymols, saponins and proteins. *Food research international*. Vol. 157(1):111268.
- Zainol, N., Aziz, N. H. and Baharudin, A. S. (2023). Influence of agitation and solvent percentage on the extraction of phytochemical compound from *Asystasia gangetica*. *Food Chemistry Advances*. Vol. 3(1):100538.