

Extractos vegetales para el manejo de plagas: un enfoque metabolómico

Luis Francisco, Salomé-Abarca ^{*}; Ma. de Lourdes C. Arévalo-Galarza 

¹ Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Fructicultura. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km 36.5. Montecillo, Texcoco, México. C. P. 56264.

* Autor para correspondencia: luis.salome@colpos.mx

Problema

El crecimiento acelerado de la población demanda incrementar la cantidad de alimentos producidos para satisfacer sus necesidades alimenticias. No obstante, los sistemas de producción agrícolas enfrentan diversas limitantes, las cuales incluyen factores ambientales y tecnológicos. En el caso de los factores ambientales, el cambio climático altera tanto los ciclos de producción como los ciclos de aparición de las plagas que reducen el rendimiento de dichos sistemas. El concepto de plaga, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, incluye a cualquier organismo de tipo animal, vegetal o microorganismos que ocasione un efecto negativo sobre la producción agrícola (Figura 1). Por lo cual, es necesario desarrollar estrategias sustentables para su control, y mejorar la productividad de los cultivos. Las plagas pueden presentarse en cualquier etapa del

Cómo citar: Salomé-Abarca, L. F., & Arévalo-Galarza, M. de L. C. Extractos vegetales para el manejo de plagas: un enfoque metabolómico. *Agro-Divulgación*, 5(6). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i6.571>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Marzo 2026.

Agro-Divulgación, 5(6). Noviembre-Diciembre. 2025. pp: 69-73.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Figura 1. Clasificación general de algunos tipos de plagas en sistemas agrícolas.

ciclo de producción, desde la germinación de la semilla hasta la cosecha. Adicionalmente, las plagas pueden afectar productos primarios o procesados en su etapa postcosecha durante su transporte y almacenamiento. En este sentido, las plagas ocasionan alrededor del 40% de pérdidas de productos agrícolas en campo, mientras que en etapas postcosecha, pueden ser del 30 al 100%.

Estas pérdidas, comprometen la seguridad alimentaria para el país y han propulsado el desarrollo de diversas tácticas de manejo de plagas, las cuales incluyen desde prácticas culturales hasta el desarrollo de agentes químicos para mitigar los daños, los cuales incluyen a los plaguicidas. A pesar de que estos productos constituyen la primera línea de defensa aplicada en sistemas agrícolas por su efecto en corto plazo y posibilidad de ser aplicados a grandes extensiones de cultivo, tienen grandes efectos negativos como la contaminación del ambiente, daño a la salud humana, alta residualidad y el desarrollo de resistencia por las plagas.

Por lo anterior a finales del año 2025, México prohibió la producción, importación y comercialización de 35 plaguicidas que son altamente dañinos para el ambiente y para la salud humana, entre los que destacan Aldicarb, Azafenidina, Azinfos metílico, Azocyclotin, Bioresmetrina, Bromuconazol, Captafol, Carbofurano, Carbosulfan, Clordano y Clorpirifos-metil. También el DDT, Endosulfan, Fentoato, Flusilazol, Fosfamidon y Hexaclorociclohexano, Lindano, Metidation, Óxido de fenbutatin, Paratión etil, Triclorfon, entre otros. Con el objetivo de tener una agricultura más sostenible, es importante la búsqueda de alternativas orgánicas para el manejo de plagas. Una opción es el uso de extractos vegetales que actúan como repelentes, agentes de eliminación de plagas e incluso como activadores de la defensa y crecimiento vegetal.

Solución Planteada

México, como un país megadiverso, representa un acervo invaluable de especies vegetales con alto potencial de aplicación fitosanitaria. Por ejemplo, aquellas especies que han mostrado efectividad en el control de plagas son: el aceite de neem (*Azadirachta indica*), el extracto de ajo (*Allium sativum*), el extracto de pelitre (*Anacyclus pyrethrum*), el extracto de chile (*Capsicum* spp.), entre otros. Aunado a ellos, existen al menos 300 especies vegetales con potencial para el manejo de plagas, pero su desarrollo y correcta aplicación se ha visto ralentizada debido a que su producción y uso se basa muchas veces en conocimiento empírico, el cual requiere de un proceso metodológico largo a fin de obtener un producto funcional.

En este sentido, el campo de la fitoquímica, a través de estudios biodirigidos, y la metabolómica a través de perfilados químicos de alta velocidad, pruebas biológicas y su correlación estadística ofrecen enfoques para la caracterización y descubrimiento de extractos y compuestos bioactivos con potencial agrícola. En este contexto, la metabolómica permite detectar de forma cualitativa y cuantitativa todos los metabolitos contenidos en un organismo que se desarrolla bajo condiciones específicas de crecimiento. Aunado al enfoque analítico de alto rendimiento, la metabolómica emplea métodos estadísticos que buscan la correlación entre la bioactividad de extractos vegetales y todos los metabolitos detectados simultáneamente en dichos extractos. Esto ofrece un enfoque sistemático y acelerado para

la selección de especies vegetales para la producción de extractos bioactivos o incluso la obtención de metabolitos puros con actividad biológica, especialmente en aquellas especies con poca o nula caracterización química y biológica (Figura 2).

Por ejemplo, el extracto de neem, tiene como principal compuesto activo la azadiractina, un limonoide; el extracto de chile posee capsaicinoides, de tipo alcaloide; el extracto de ajo contiene alicina, un compuesto azufrado, aceites esenciales ricos en mono y sesquiterpenos que pueden funcionar como repelentes de insectos o antimicrobianos; el aceite esencial de canela, rico en (E)-cinamaldehído y en combinación con otros aceites puede incrementar sus efectos. Sin embargo, existen otros compuestos menos explorados como los fructanos, que han mostrado potencial de actividad protectora contra microorganismos fitopatógenos. Los fructanos (un tipo de polisacárido a base de fructosa) no actúan directamente sobre los microorganismos, si no que aplicados sobre plantas son capaces de activar sus defensas, reduciendo la susceptibilidad de las plantas al ataque por hongos. Esto demuestra la amplia diversidad estructural y química de los productos naturales que pueden ser utilizados de forma individual o en combinación para obtener productos funcionales de tipo preventivos o curativos (Figura 3).

Los fructanos, se encuentran en especies endémicas de México como los agaves (*Agave spp.*), la dalia (*Dahlia spp.*) y el nardo (*Agave amica*). Todos ellos poseen estructuras de acumulación de estos polisacáridos, en los agaves en su piña; en la dalia se encuentran en sus raíces tuberosas y en el nardo dentro de sus bulbos (Figura 4). En el caso de la piña del agave pueden tener hasta el 30 % de rendimiento de extracto de fructanos, de las raíces tuberosas de dalia hasta el 80% y en los bulbos de nardo hasta 10%, dependiendo de la edad. Los agaves y el nardo poseen fructanos ramificados, llamados agavinas, mientras que las

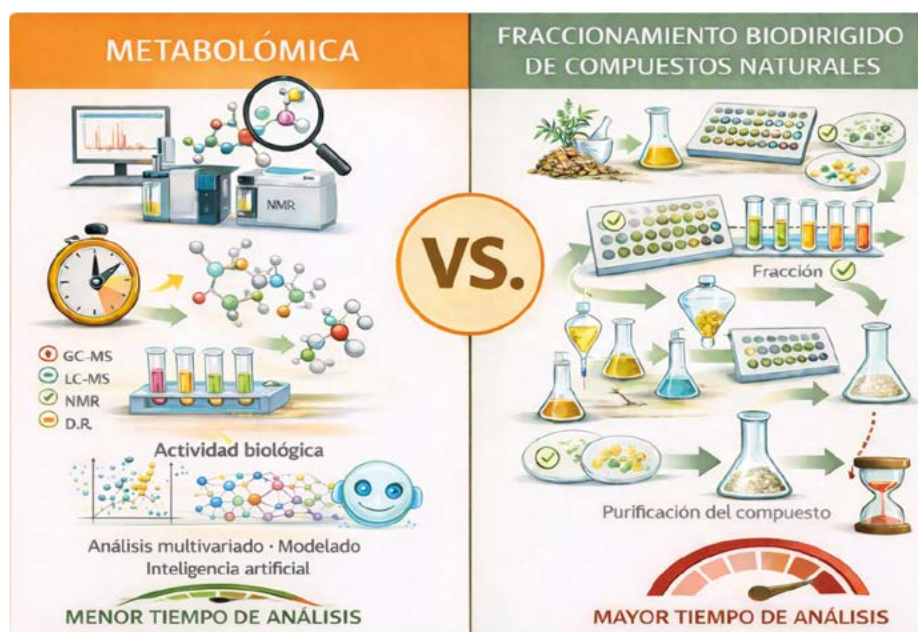


Figura 2. Comparación de los procesos y técnicas utilizadas en metabolómica y bajo el fraccionamiento biodirigido para el desarrollo de extractos vegetales con actividad biológica.

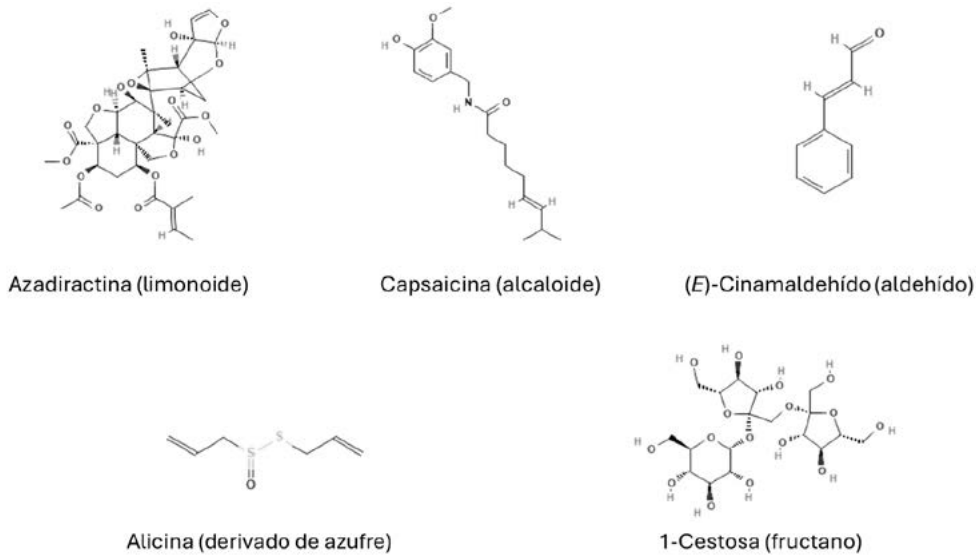


Figura 3. Estructuras químicas de algunos compuestos bioactivos encontrados en extractos vegetales.

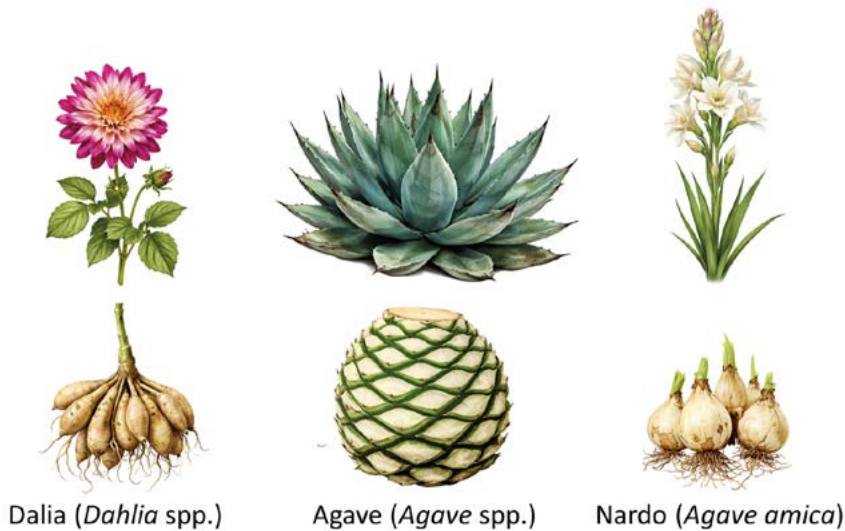


Figura 4. Plantas de dalia, agave y nardo en la parte superior y en la parte inferior sus estructuras acumuladoras de fructanos, raíces tuberosas, piña de agave y bulbos, respectivamente.

dalias poseen fructanos lineales, llamados inulinas. Hasta donde se sabe, cada uno de ellos produce diferentes respuestas sobre la planta, no obstante, sus efectos al ser combinados con otros tipos de metabolitos o extractos sigue siendo desconocido.

En este sentido, la metabolómica bajo un contexto de estudio de diseño de experimentos sería capaz de identificar interacciones aditivas, sinérgicas o incluso antagónicas al combinar, extractos de fructanos y de terpenos, polifenoles, alcaloides, entre otros y así determinar que especies vegetales serían idóneas para obtener mezclas de extractos bioactivos con efectos protectores, preventivos y curativos sobre las plagas de cultivos agrícolas. Esto puede resultar en formulaciones que combinen diferentes modos de acción y al ser

de baja residualidad, también reducir el riesgo de desarrollo de resistencia. Por lo tanto, para tener una agricultura más amigable con el medio ambiente se propone al uso de la metabolómica como una herramienta para el estudio, entendimiento de interacciones y desarrollo acelerado de formulaciones de extractos vegetales que contengan grupos de metabolitos bioactivos con aplicación en el manejo y control de plagas.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores independientes Comunidades Agrarias	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Competitividad Recursos Humanos Comercio Capacitación	Transferencias tecnológicas Desarrollo de productos y servicios para la sociedad Exportación incremento (%) Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico Reducción de mortalidad
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Poblaciones en particular	Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)				
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo		Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				