

## Compuestos Naturales Contra Patógenos Fúngicos en Fresa

### Natural Compounds Against Fungal Pathogens in Strawberries

Montaño-Leyva Beatriz<sup>1</sup>, Morelia-Jiménez Jesús Aidmir Yeikame<sup>2</sup>, Ochoa-Castañeda Milton Yahir<sup>2</sup>, Blancas-Benítez Francisco Javier<sup>2</sup>, Gutierrez-Martínez Porfirio<sup>2</sup>, González-Estrada Ramsés Ramón<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, Mexico. Blvd Luis Encinas S/N

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tepic, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico 2595, Tepic, Nayarit, México, CP 63175.

Autor para la correspondencia: Ramsés Ramón González Estrada, [ramgonzalez@ittpic.edu.mx](mailto:ramgonzalez@ittpic.edu.mx)

#### Resumen

La fresa (*Fragaria* × *ananassa*) es un fruto de gran valor económico y nutricional, ampliamente demandado en mercados nacionales e internacionales, especialmente en países productores como México. Sin embargo, su alta susceptibilidad al deterioro poscosecha, derivada de su naturaleza perecedera y elevado contenido de agua, la convierte en un cultivo vulnerable a diversas enfermedades fúngicas. Patógenos como *Botrytis cinerea*, agente causal de la pudrición gris, y especies de *Colletotrichum*, responsables de la antracnosis, generan pérdidas significativas en calidad y rendimiento, impactando negativamente en productores y consumidores. El control tradicional de estos hongos ha dependido del uso de fungicidas sintéticos, los cuales, si bien son efectivos, presentan limitaciones relacionadas con la generación de resistencia, residuos químicos en los frutos, riesgos para la salud humana y daños ambientales. En respuesta a estas problemáticas, los compuestos naturales han emergido como alternativas sostenibles y seguras. Dichos compuestos, derivados de plantas, microorganismos o subproductos agroindustriales, incluyen aceites esenciales, polifenoles, terpenoides y otros metabolitos secundarios con propiedades antifúngicas. Su mecanismo de acción puede ir desde la inhibición directa del patógeno hasta la estimulación de defensas vegetales. Este artículo analiza los avances y desafíos en la aplicación de compuestos naturales en fresa, destacando su relevancia en una agricultura más sustentable y competitiva.

**Palabras clave:** eco-amigable, control, enfermedades.

#### Abstract

Strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) is a fruit of high economic and nutritional value, widely demanded in national and international markets, particularly in producing countries such as Mexico. However, its perishable nature and high water content make it highly susceptible to postharvest deterioration caused by fungal pathogens. Diseases such as gray mold, caused by *Botrytis cinerea*, and anthracnose, caused by *Colletotrichum* species, result in significant losses in quality and yield, directly affecting both producers and consumers. Traditionally, the control of these pathogens has relied on synthetic fungicides, which, although effective, face critical challenges, including the development of resistance, chemical residues in fruit, environmental damage, and potential health risks. In response, natural compounds have emerged as promising, sustainable, and safe alternatives. These compounds, derived from plants, microorganisms, or agro-industrial by-products, include essential oils, polyphenols, terpenoids, and other secondary metabolites with antifungal properties. Their mechanisms of action range from direct inhibition of fungal growth to the activation of plant defense responses. This article examines the progress and challenges in the application of natural compounds in strawberry disease management, emphasizing their potential to contribute to more sustainable, competitive, and environmentally friendly agriculture.

**Key words:** eco-friendly, control, diseases.

**DOI:** 10.46588/invurnus.v20i1.130

**Recibido** 23/08/2025

**Aceptado** 20/09/2025

**Publicado** 23/09/2025

## Introducción

La fresa (*Fragaria* × *ananassa*) es uno de los frutos más apreciados a nivel mundial por su sabor, aroma, color y valor nutricional (Qaderi et al., 2022). Su alta demanda en mercados nacionales e internacionales la convierte en un cultivo de gran relevancia económica para países productores como México, donde ocupa un lugar destacado en las exportaciones agrícolas (Terrones Rodríguez et al., 2022). Sin embargo, su naturaleza delicada y su elevado contenido de agua la hacen altamente susceptible al deterioro, especialmente por la acción de patógenos fúngicos que afectan tanto en el campo como en la etapa poscosecha (Tinajero-Castro et al., 2023). Enfermedades como la pudrición gris, causada por *Botrytis cinerea*, o la antracnosis, provocada por especies de *Colletotrichum*, generan pérdidas significativas en la calidad y el volumen de la producción, repercutiendo directamente en los ingresos de productores y en la disponibilidad del fruto para el consumidor (Cordero et al., 2003).

Tradicionalmente, el control de estos patógenos se ha basado en el uso de fungicidas sintéticos. Si bien estos productos pueden ser eficaces, su aplicación constante presenta retos importantes: desarrollo de resistencia en las poblaciones de hongos, residuos químicos en el fruto, afectaciones al medio ambiente y riesgos potenciales para la salud humana (Gupta, 2019). Estas preocupaciones han impulsado la búsqueda de alternativas más seguras y sostenibles que permitan reducir la dependencia de productos químicos sintéticos (González-Estrada et al., 2021).

En este contexto, los compuestos naturales (moléculas bioactivas derivadas de plantas, microorganismos o incluso de subproductos agroindustriales) han surgido como una opción prometedora para la protección del cultivo de fresa. Estos compuestos incluyen aceites esenciales, extractos vegetales ricos en polifenoles, terpenoides, alcaloides, así como metabolitos secundarios con propiedades antifúngicas. Su modo de acción puede abarcar desde la inhibición directa del crecimiento del hongo hasta la activación de las defensas naturales de la planta, lo que los convierte en herramientas versátiles para el manejo integrado de enfermedades (S. Singh et al., 2020).

Además de su potencial para reducir la incidencia de patógenos, los compuestos naturales se alinean con las tendencias actuales de producción agrícola sustentable y con la demanda creciente de alimentos libres de residuos químicos (Singh et al., 2020). La investigación científica en este campo no solo busca demostrar la eficacia de estos compuestos en condiciones controladas, sino también su viabilidad técnica y económica para ser adoptados por los productores.

El presente artículo explorará de forma accesible cómo funcionan estos compuestos, qué avances se han logrado en su aplicación contra patógenos fúngicos en fresa, y cuáles son los retos y oportunidades que se vislumbran para su uso a gran escala, contribuyendo así a una agricultura más saludable, competitiva y respetuosa con el medio ambiente.



## Principales patógenos fúngicos en Fresa

La producción de fresa enfrenta un desafío constante debido a la presencia de diversos patógenos fúngicos que afectan tanto al cultivo en campo como a los frutos durante la poscosecha. Estos organismos pueden atacar en diferentes etapas del desarrollo de la planta, desde la floración hasta el almacenamiento del fruto, provocando pérdidas significativas en calidad y cantidad. Su propagación se ve favorecida por factores como alta humedad relativa, temperaturas moderadas y manejo inadecuado de la ventilación y sanidad del cultivo (Singh & Sharma, 2018).

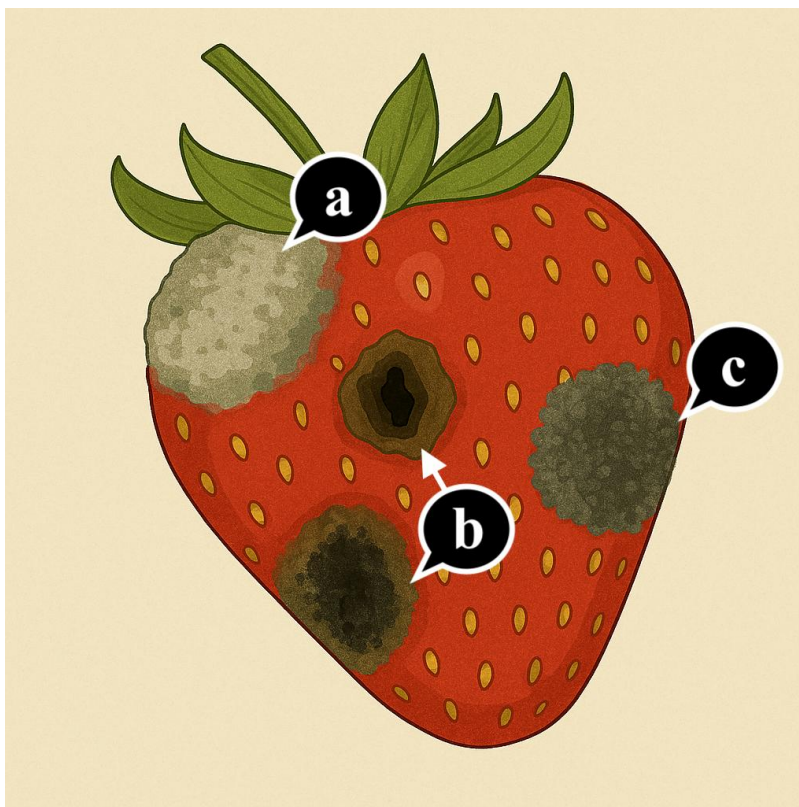
Uno de los patógenos más problemáticos es *Botrytis cinerea*, causante de la pudrición gris. Este hongo tiene la capacidad de infectar la planta en estado de floración y permanecer en forma latente hasta que las condiciones ambientales son favorables para su desarrollo. En el fruto, la infección se manifiesta como un moho gris aterciopelado que cubre la superficie, acompañado de pérdida de firmeza y sabor (Figura 1). Su facilidad para dispersarse por esporas en el aire y su habilidad para desarrollarse en temperaturas de refrigeración lo convierten en un enemigo difícil de controlar (Williamson et al., 2007).

Otro patógeno de gran relevancia es *Colletotrichum* spp., responsable de la antracnosis. Esta enfermedad se presenta con lesiones circulares hundidas de color oscuro en frutos (Figura 1), tallos y, en ocasiones, hojas. Las infecciones suelen intensificarse bajo climas cálidos y lluviosos, y en frutos maduros pueden causar un colapso rápido del tejido. La antracnosis no solo reduce la calidad visual y comercial de la fresa, sino que también compromete su vida de anaquel (Curry et al., 2002).

En el periodo poscosecha, hongos como *Rhizopus* spp. también representan un problema, particularmente cuando los frutos han sufrido daños mecánicos. Este patógeno provoca el conocido “moho blando”, caracterizado por una descomposición húmeda y maloliente que se expande con rapidez (Figura 1), especialmente en ambientes con poca refrigeración (Liu et al., 2024).

El conocimiento detallado de estos patógenos y sus condiciones óptimas de desarrollo es clave para implementar estrategias de manejo efectivas. Entender su ciclo de vida, mecanismos de infección y factores que favorecen su proliferación permite diseñar medidas preventivas más eficientes y seleccionar adecuadamente tratamientos, ya sean convencionales o basados en compuestos naturales (Narayanasamy, 2013).





**Figura 1.** Fresa infectada con *Botrytis* (a), *Colletotrichum* (b) y *Rhizopus* (c). Imagen generada con IA Copilot microsoft.

## Compuestos naturales: ¿Qué son y de dónde provienen?

Los compuestos naturales son moléculas bioactivas producidas por organismos vivos, principalmente plantas y microorganismos, que cumplen funciones de defensa frente a plagas, patógenos y otros factores de estrés. A lo largo de su evolución, estos organismos han desarrollado una gran diversidad química para protegerse, y hoy la ciencia aprovecha estas propiedades para diseñar alternativas más seguras y sostenibles en el manejo de enfermedades agrícolas (Chowdhury et al., 2023).

Una de las fuentes más estudiadas son los aceites esenciales extraídos de plantas aromáticas como tomillo, orégano, canela y clavo. Estos aceites contienen moléculas volátiles como el timol, carvacrol o cinamaldehído, capaces de alterar la integridad de las membranas celulares de los hongos e inhibir su crecimiento (de Oliveira et al., 2020). Otra categoría relevante son los polifenoles, compuestos presentes en frutas, hojas y cortezas que, además de su reconocida actividad antioxidante, pueden interferir en procesos enzimáticos y estructurales de los patógenos (Fiore et al., 2019; Martirosyan & Miller, 2018).

También son de interés los terpenoides y alcaloides, metabolitos secundarios que las plantas sintetizan como respuesta defensiva, con actividad fungitóxica comprobada en diversas especies (Ninkuu et al., 2021). En el ámbito microbiano, bacterias benéficas como *Bacillus* o *Pseudomonas* y hongos como *Trichoderma*



producen metabolitos con acción antifúngica, ya sea mediante antibióticos naturales, enzimas líticas o la competencia por espacio y nutrientes (Elnahal et al., 2022).

Finalmente, existe un creciente aprovechamiento de subproductos agroindustriales como fuente económica y sostenible de compuestos activos. Cáscaras de cítricos, residuos de uva o incluso hojas descartadas de plantas medicinales pueden ser procesados para obtener extractos ricos en flavonoides, ácidos orgánicos y otros metabolitos útiles para el control de patógenos (Fiore et al., 2019).

La diversidad de fuentes y estructuras químicas de estos compuestos naturales abre un amplio abanico de posibilidades para desarrollar estrategias de manejo más amigables con el medio ambiente y la salud del consumidor. Sin embargo, su eficacia y estabilidad dependen de factores como la concentración, el método de extracción y las condiciones de aplicación, lo que hace indispensable una investigación continua y rigurosa para su incorporación efectiva en la producción de fresa.

## ¿Como controlan los compuestos naturales a los hongos?

Los compuestos naturales ejercen su actividad antifúngica a través de diversos mecanismos que, en muchos casos, actúan de manera simultánea, dificultando que los patógenos desarrollen resistencia. Una de las formas más comunes es la inhibición directa del crecimiento micelial y de la germinación de esporas.

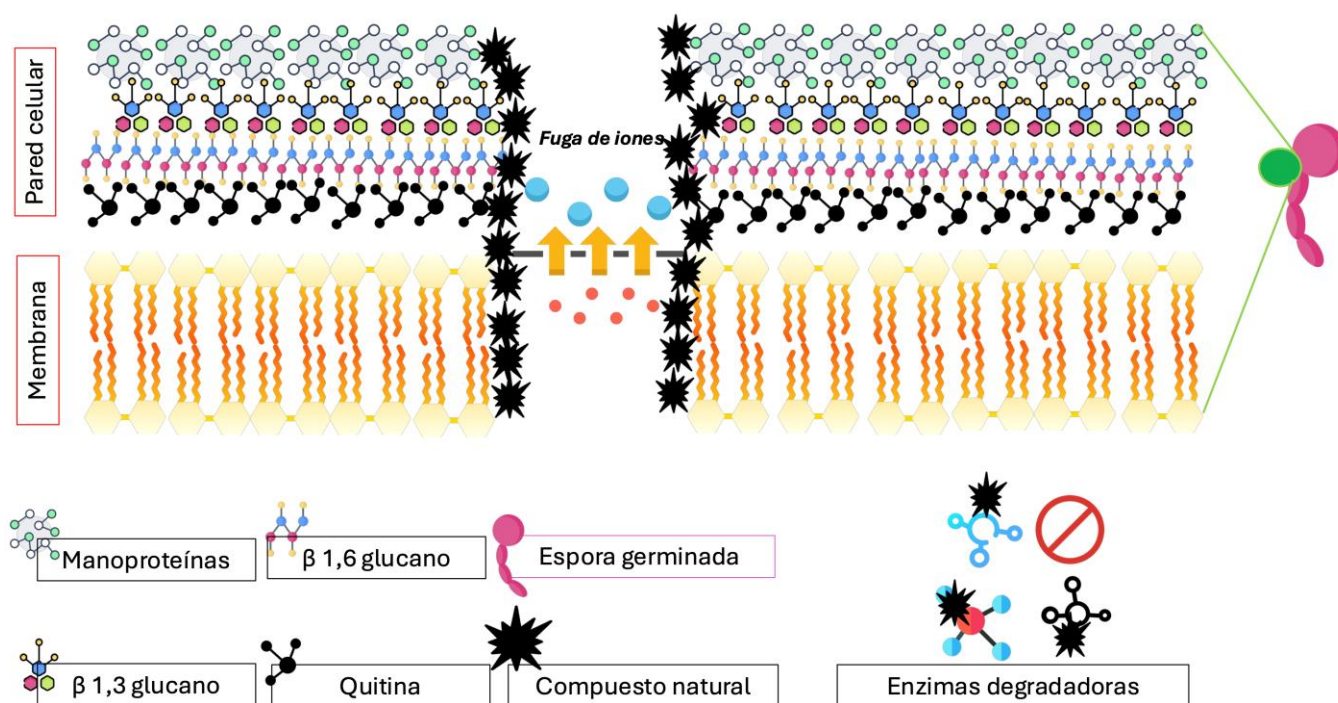
Otro mecanismo relevante es la alteración de membranas y paredes celulares del patógeno. Algunos compuestos lipofílicos, al interactuar con los lípidos de la membrana fúngica, provocan fugas de iones y metabolitos vitales, desestabilizando la célula hasta causar su muerte (Figura 2). Este tipo de daño estructural es especialmente efectivo contra hongos que dependen de la integridad de su pared celular para resistir las defensas de la planta (Burt, 2004).

La interferencia en la producción de enzimas degradadoras es otro modo de acción importante (Figura 2). Muchos hongos fitopatógenos secretan enzimas como celulasas, pectinasas o cutinasas para romper las barreras físicas de la planta e invadir sus tejidos. Algunos polifenoles y alcaloides inhiben la síntesis o actividad de estas enzimas, lo que reduce la capacidad del hongo de penetrar en el fruto y expandirse (Chowdhury et al., 2023).

Finalmente, varios compuestos naturales tienen la capacidad de inducir las defensas naturales de la planta. Este fenómeno, conocido como resistencia sistémica adquirida o resistencia sistémica inducida, implica que el compuesto actúa como señal química que “activa” genes relacionados con defensa, preparando al cultivo para responder más rápidamente y con mayor intensidad ante la presencia del patógeno (Romanazzi et al., 2016).

La combinación de estos mecanismos (ataque directo al hongo, debilitamiento de sus estructuras, inhibición de su capacidad invasiva y fortalecimiento de las defensas de la planta) hace que los compuestos naturales sean herramientas versátiles en el control de enfermedades. Además, su acción múltiple reduce el riesgo de que los patógenos desarrollen resistencia a largo plazo, lo que les da una ventaja significativa frente a algunos fungicidas sintéticos de un único sitio de acción.





**Figura 2.** Mecanismo de acción de los compuestos naturales sobre los hongos. La figura fue creada con íconos de Flaticon, diseño de Freepik.

## Avances en investigación

En las últimas dos décadas, la investigación sobre compuestos naturales con actividad antifúngica ha crecido de manera significativa, impulsada por la demanda de alternativas seguras y sostenibles para la protección de cultivos como la fresa. Estos estudios han pasado de evaluaciones preliminares *in vitro* a ensayos *in vivo* en campo y en poscosecha, demostrando que es posible reducir la incidencia de enfermedades sin recurrir exclusivamente a fungicidas sintéticos.

**Tabla 1.** Compuestos naturales aplicados en diversos frutos para el control de patógenos.

| Compuesto natural                                                    | Patógeno                                                                         | Resultados relevantes                                                                                                                                                                                                                                                      | Referencias              |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Extracto polifenólico de cáscara de naranja ( <i>C. sinensis</i> L.) | <i>B.cinerea</i> CECT 20518, <i>M. fructicola</i> UEX2 y <i>A.alternata</i> H648 | El extracto inhibió totalmente a tres hongos poscosecha importantes ( <i>M. fructicola</i> , <i>B. cinerea</i> y <i>A. alternata</i> ), destacando el ácido ferúlico como el compuesto más activo. Estos resultados muestran que los residuos de cáscara de naranja pueden | (Hernández et al., 2021) |



|                                                                              |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                                                                              |                                 | aprovecharse como fuente natural de tratamientos antifúngicos para reducir pérdidas y alargar la vida útil de frutas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                |
| Aceites esenciales de eucalipto y romero                                     | <i>Penicillium expansum</i>     | Los aceites esenciales de eucalipto, romero y su mezcla redujeron el crecimiento de <i>P. expansum</i> en manzanas y peras, tanto en pruebas <i>in vitro</i> como en frutos. Estos tratamientos naturales ofrecen una alternativa al uso de fungicidas sintéticos, ya que controlan la pudrición azul sin alterar parámetros de calidad de la fruta.                                                                                                              | (Xylia et al., 2021)           |
| Extracto de neem y antagonista                                               | <i>Botrytis cinerea</i>         | El moho gris en fresa, causado por <i>Botrytis cinerea</i> , puede controlarse de manera efectiva con el antagonista <i>Bacillus subtilis</i> y con extracto de neem, que redujeron la enfermedad a la mitad en comparación con las plantas sin tratamiento. Además, <i>B. subtilis</i> no solo protegió a las fresas, sino que también aumentó su rendimiento, mostrando una alternativa natural y amigable con el ambiente frente a los químicos tradicionales. | (Priya et al., 2024)           |
| Extracto acuoso de cálices de jamaica, aceite esencial de canela y quitosano | <i>Colletotrichum fragariae</i> | El recubrimiento comestible de quitosano con canela y jamaica logró retrasar la aparición del hongo <i>Colletotrichum</i> y mantener la firmeza y el peso de las fresas por más tiempo. Gracias a este tratamiento, las frutas pudieron conservarse en buen estado hasta 17 días en refrigeración, ofreciendo una alternativa natural para alargar su vida útil.                                                                                                  | (Ventura-Aguilar et al., 2018) |
| Extractos de clavo y canela                                                  | <i>Botrytis cinerea</i>         | Los extractos de clavo y canela pueden frenar el moho gris en fresa, pero el clavo resultó más eficaz sobre las hojas de la planta. Esto demuestra que el extracto de clavo tiene gran potencial como biofungicida natural, ofreciendo una alternativa segura a los químicos tradicionales.                                                                                                                                                                       | (Šernaitė et al., 2020)        |



En campo, aunque el uso de compuestos naturales aún es limitado a nivel comercial, algunos productores orgánicos han incorporado extractos de ajo, canela y cítricos en programas de manejo integrado de enfermedades (MIE), combinándolos con prácticas culturales como la ventilación adecuada, la reducción de humedad en el follaje y la eliminación de frutos enfermos. En conjunto, estas estrategias han mostrado ser efectivas para reducir la presión de infección y mejorar la calidad final del producto.

Estos avances demuestran que los compuestos naturales no son solo una opción teórica, sino herramientas con potencial real de implementación y que su uso no se limita a su aplicación en fresa sino también a otros frutos. Sin embargo, su adopción masiva requerirá optimizar formulaciones, estandarizar protocolos de aplicación y asegurar que su eficacia se mantenga bajo las variables climáticas y de manejo propias de cada región productora.

## **Perspectivas futuras y retos por superar**

El uso de compuestos naturales contra patógenos fúngicos en fresa se perfila como una estrategia clave dentro de la agricultura sostenible y el MIE. A medida que aumenta la presión regulatoria sobre los fungicidas sintéticos y crece la demanda de alimentos libres de residuos químicos, estas alternativas ganan relevancia no solo en la investigación, sino también en el interés de los productores y consumidores.

En el futuro, se espera que estos compuestos se integren de manera más sistemática en programas de MIE, combinándose con prácticas culturales como la reducción de humedad en los cultivos, el uso de variedades más resistentes y el monitoreo constante de plagas y enfermedades. Una tendencia creciente será la formulación de mezclas sinérgicas con otros tratamientos eco-amigables, donde diferentes compuestos naturales se combinen para potenciar su eficacia y reducir las dosis necesarias, minimizando así costos y riesgos de fitotoxicidad.

Otro aspecto prometedor es la biotecnología aplicada a la producción de compuestos naturales. El uso de fermentaciones controladas con microorganismos seleccionados, o incluso la ingeniería genética de plantas y bacterias para producir metabolitos antifúngicos de manera más eficiente, podría abaratar costos y garantizar un suministro constante y estandarizado. Además, avances en tecnologías como la nanoencapsulación, las películas biodegradables y los recubrimientos inteligentes permitirán mejorar la liberación y efectividad de estos compuestos en campo y poscosecha.

No obstante, para que esta estrategia logre consolidarse, será necesario superar retos importantes. Entre ellos, la variabilidad en la eficacia debido a la procedencia y estacionalidad de las materias primas, la falta de regulaciones claras para el registro de productos naturales como fungicidas, y la resistencia al cambio por parte de algunos productores acostumbrados a los métodos convencionales. También se debe invertir en estudios de toxicología y seguridad alimentaria que respalden la inocuidad de su uso, así como en programas de capacitación para que los agricultores aprendan a aplicarlos de forma correcta y eficiente.



## Conclusiones

En conclusión, el panorama futuro para los compuestos naturales en el manejo de enfermedades fúngicas en fresa es alentador, pero su adopción a gran escala dependerá de un esfuerzo conjunto entre investigadores, productores, industria y autoridades regulatorias. Con la combinación adecuada de innovación, regulación y transferencia tecnológica, estas herramientas podrían transformar la forma en que protegemos uno de los frutos más apreciados a nivel mundial.

## Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por el Tecnológico Nacional de México (número de proyecto 21509.25-P).

## Referencias

1. Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *Int. J. Food Microbiol.*, 94, 223–253.
2. Chowdhury, N. N., Islam, M. N., Jafrin, R., Rauf, A., Khalil, A. A., Emran, T. Bin, Aljohani, A. S. M., Alhumaydhi, F. A., Lorenzo, J. M. & Shariati, M. A. (2023). Natural plant products as effective alternatives to synthetic chemicals for postharvest fruit storage management. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(30), 10332–10350.
3. Cordero, M. de L. F., Morales, M. de J. Y., Angel, D. N. & Gálvez, G. V. (2003). Hongos patógenos en fruto de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en postcosecha. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3), 285–291.
4. Curry, K. J., Abril, M., Avant, J. B. & Smith, B. J. (2002). Strawberry anthracnose: Histopathology of *Colletotrichum acutatum* and *C. fragariae*. *Phytopathology*, 92(10), 1055–1063.
5. de Oliveira, M. S., da Costa, W. A. & Silva, S. G. (2020). *Essential Oils-Bioactive Compounds, New Perspectives and Applications*.
6. Elnahal, A. S. M., El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Desoky, E.-S. M., El-Tahan, A. M., Rady, M. M., AbuQamar, S. F. & El-Tarabily, K. A. (2022). The use of microbial inoculants for biological control, plant growth promotion, and sustainable agriculture: A review. *European Journal of Plant Pathology*, 162(4), 759–792.
7. Fiore, A., Cigić, B., Verardo, V. & Fiore A., Cigic B., V. V. (2019). Bioactive Compounds from Food Byproducts. *Journal of Food Quality*, 2019, 1–2.
8. González-Estrada, R. R., Blancas-Benitez, F. J., Aguirre-Güitrón, L., Hernandez-Montiel, L. G., Moreno-Hernández, C., Cortés-Rivera, H. J., Herrera-González, J. A., Rayón-Díaz, E., Velázquez-Estrada, R. M. & Santoyo-González, M. A. (2021). Alternative management technologies for postharvest disease control. In *Food Losses, Sustainable Postharvest and Food Technologies* (pp. 153–190). Elsevier.
9. Gupta, P. K. (2019). Herbicides and fungicides. In *Biomarkers in Toxicology* (pp. 477–499). Elsevier.
10. Hernández, A., Ruiz-Moyano, S., Galván, A. I., Merchán, A. V., Nevado, F. P., Aranda, E., Serradilla, M. J., de Guía Córdoba, M. & Martín, A. (2021). Anti-fungal activity of phenolic sweet orange peel extract for controlling fungi responsible for post-harvest fruit decay. *Fungal Biology*, 125(2), 143–152.
11. Liu, Q., Chen, Q., Liu, H., Du, Y., Jiao, W., Sun, F. & Fu, M. (2024). *Rhizopus stolonifer* and related control strategies in postharvest fruit: A review. *Heliyon*, 10(8).



12. Martirosyan, D. & Miller, E. (2018). Bioactive compounds: The key to functional foods. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, 1(3), 36–39.
13. Narayanasamy, P. (2013). *Biological management of diseases of crops*. Springer.
14. Ninkuu, V., Zhang, L., Yan, J., Fu, Z., Yang, T. & Zeng, H. (2021). Biochemistry of terpenes and recent advances in plant protection. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(11), 5710.
15. Priya, P. S., Angidi, S., Thera, U. K., Nandeesha, S. V & Rajesh, T. (2024). Management of strawberry grey mold disease using biocontrol agents and plant extracts. *American Journal of Plant Sciences*, 15(7), 538–551.
16. Qaderi, R., Mezzetti, B., Capocasa, F. & Mazzoni, L. (2022). Stability of Strawberry Fruit (*Fragaria x ananassa* Duch.) Nutritional Quality at Different Storage Conditions. *Applied Sciences*, 13(1), 313.
17. Romanazzi, G., Sanzani, S. M., Bi, Y., Tian, S., Martínez, P. G. & Alkan, N. (2016). Induced resistance to control postharvest decay of fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 122, 82–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.08.003>
18. Šernaitė, L., Rasiukevičiūtė, N. & Valiūskaitė, A. (2020). The extracts of cinnamon and clove as potential biofungicides against strawberry grey mould. *Plants*, 9(5), 613.
19. Singh, D. & Sharma, R. R. (2018). Postharvest diseases of fruits and vegetables and their management. In *Postharvest disinfection of fruits and vegetables* (pp. 1–52). Elsevier.
20. Singh, S., Kumar, V., Datta, S., Dhanjal, D. S. & Singh, J. (2020). Plant Disease Management by Bioactive Natural Products. In *Natural Bioactive Products in Sustainable Agriculture* (pp. 15–29). Springer.
21. Terrones Rodríguez, A. I., Caamal Cauich, I., Pat Fernández, V. G., Ávila Dorantes, J. A., Martínez Luis, D. & Caamal Pat, Z. H. (2022). Análisis de las variables económicas que determinan las exportaciones de fresa de México a Estados Unidos de América. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4), 631–640.
22. Tinajero-Castro, C. M., Trejo-Nava, E. P., Barajas-Díaz, C. G. M. & Ozuna, C. (2023). Aplicaciones de ozono como tecnología postcosecha en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.): impacto en la calidad microbiológica del fruto. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 257–265.
23. Ventura-Aguilar, R. I., Bautista-Baños, S., Flores-García, G. & Zavaleta-Avejar, L. (2018). Impact of chitosan based edible coatings functionalized with natural compounds on *Colletotrichum fragariae* development and the quality of strawberries. *Food Chemistry*, 262, 142–149.
24. Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P. & Van Kan, J. A. L. (2007). Botrytis cinerea: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 8(5), 561–580.
25. Xylia, P., Chrysargyris, A., Ahmed, Z. F. R. & Tzortzakakis, N. (2021). Application of rosemary and eucalyptus essential oils and their main component on the preservation of apple and pear fruits. *Horticulturae*, 7(11), 479.

