

# Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

## La producción de Zarzamora en México y sus principales amenazas

Karina Galache · Sunday, June 30th, 2024

Categorías: Ciencias Naturales y de la Salud, Zona Abierta

### Resumen

La zarzamora es un fruto de sabor agradable y con alto valor nutrimental. México es el país con la producción más alta de esta frutilla en el mundo. Sin embargo, en la actualidad la producción de zarzamora se ha visto afectada principalmente por enfermedades causadas por hongos fitopatógenos, provocando pérdidas económicas de millones de pesos cada año. Una estrategia natural para combatir el problema causado por ese tipo de hongos es el uso de hongos benéficos conocidos como “endófitos”, que compiten con los hongos patógenos por los nutrientes, la colonización de los tejidos del huésped, y mejoran el crecimiento de las plantas y sus frutos, reduciendo las pérdidas en la producción de zarzamora. En este trabajo, se plantea la importancia del cultivo de zarzamora en México, y los principales desafíos que enfrenta este cultivo.

### Introducción

La zarzamora (*Rubus spp.* subgénero Eubatus) es un arbusto con ramas arqueadas y tallos espinosos, hojas compuestas de 3 o 5 folíolos y de margen aserrado (Figura 1A). Las flores son blancas o rosadas, con 5 pétalos en forma de óvalo y 5 sépalos que nacen en racimo (Figura 1A). Su fruto es carnoso, formado por numerosos frutos esféricos apiñados cada uno con un huesillo, de color rojizo al principio (Figura 1B) y negro brillante cuando maduran (1D); su sabor es dulce y altamente aromático. Pertenece a las plantas de la familia *Rosaceae*, del género *Rubus* (Del Toro y Carles, 2008). En el mundo existen alrededor de 300 especies de zarzamora y la importancia de cada variedad depende de la aceptación comercial que tiene en los diferentes territorios.



**Figura 1.** Imágenes de la producción de zarzamora en el municipio de Los Reyes Michoacán, México. A) Floración, B) Plantas con frutos maduros, C) Cosecha, y D) Selección y empaque de frutos antes de su exportación.

El fruto de la zarzamora es muy estimado por su alto contenido de proteínas. Aproximadamente contiene 1.9% de proteína, lo cual es un porcentaje mayor al descrito en otras frutas. También contiene vitaminas y complejos orgánicos, los cuales le otorgan la clasificación de alimento nutrimental, debido a que aporta efectos benéficos para la salud y reduce el padecimiento de algunas enfermedades (Beltrán de Heredia, 2016). Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader), la zarzamora posee propiedades antioxidantes por su alto contenido en vitamina A, B1, B2, C, E; y su elevado contenido en minerales como potasio, fosforo, hierro, calcio, zinc, magnesio. Además, tiene abundante contenido en fibras, propiedades diuréticas, astringentes y antiulcerosas.

### Producción de zarzamora en México

La zarzamora es una especie nativa de América que se cultiva en grandes extensiones de suelo y en diferentes países del continente. En México, el cultivo de la zarzamora es muy importante, siendo el principal productor de esta frutilla en el mundo con una superficie de 9,488.16 ha de producción en el 2021, generando una producción superior a los 4.3 billones de pesos. Este fruto se cultiva en 12 estados del país, y lideran la producción Michoacán, Jalisco, Colima, Baja California y Puebla, con el 99.7% del volumen nacional en 2021, es decir, 222,269.5 toneladas solo en ese año (Figura 2). Michoacán concentra el 88% de la producción en el país. La zarzamora no solo es importante por la cantidad de divisas que ingresan por la exportación, sino por los empleos que genera (SIAP, 2023).



**Figura 2.** Producción de zarzamora en México. A) Estados con mayor producción de zarzamora. Los números debajo del nombre de cada Estado indican las toneladas producidas por año. B) Hectáreas cultivadas durante los últimos 10 años.

Durante 2021, los municipios del estado de Michoacán con mayor producción de zarzamora fueron: Los Reyes, Peribán, Tacámbaro, Tocuambo, Ario, Taretan, Tangancicuaro, Uruapan, Salvador Escalante y Zamora, entre otros, mismos que sumaron el 90.0% del volumen nacional, que ascendió a 190,202 toneladas (Tabla 1). El municipio con mayor producción de zarzamora en el país es Los Reyes con una producción de 86,448 t/a (SIAP, 2023).



Tabla 1. Principales municipios productores de zarzamora en Michoacán (SIAP, 2023).

Las exportaciones de zarzamora producida en México se destinan principalmente a Estados Unidos, Canadá, Europa, Emiratos Árabes Unidos y Arabia Saudita, aunque por mucho, la mayor exportación está dirigida a los Estados Unidos, donde en 2020 se enviaron cerca de 70 mil toneladas. Durante ese mismo año, el valor económico de las exportaciones alcanzó 435 millones de dólares. Con esto, se evidencia el fuerte impacto económico que tiene el cultivo de zarzamora para nuestro país.

## Hongos patógenos, principal amenaza para la producción de zarzamora en México y el mundo

La cantidad total de zarzamora producida no representa la cantidad que se exporta, ya que se reportan pérdidas económicas significativas en la producción de hasta 25%, que equivale a 2,540 millones de pesos mexicanos anuales (Fernández Pavía *et al.*, 2012). La producción de zarzamora enfrenta retos importantes, como la aparición de enfermedades que diezman la producción (Figura 3). En el cultivo de zarzamora las principales enfermedades son: el moho gris (*Botrytis cinerea*) que ataca flores y frutos principalmente; la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), el mildiú (*Peronospora sparsa*), la pudrición de la raíz causada por *Fusarium oxysporum f. sp. mori* y recientemente se ha reportado al género *Lasioidiplodia* sp. como patógeno (Fernández-Pavía *et al.*, 2012; Pastrana *et al.*, 2017; Contreras *et al.*, 2019; Garay-Serrano *et al.*, 2021), entre otros. Estos fitopatógenos afectan diferentes tejidos de las plantas, algunos colonizan los frutos, otros tejidos fotosintéticos, o las raíces. Todos ellos tienen similares mecanismos para colonizar a las plantas, por ejemplo, la formación de estructuras especializadas para la penetración del tejido vegetal como los apresorios o las hifas infectivas, la secreción de una gran diversidad de proteínas efectoras que causan cambios metabólicos y en la regulación génica de las plantas, y la producción de una gran cantidad de proteínas degradadoras de compuestos de plantas para la ruptura del tejido vegetal y obtención de nutrientes (Doehlemann *et al.*, 2017). En la tabla 2 se muestran las principales enfermedades causadas por hongos u oomicetos.



**Tabla 2.** Principales enfermedades del cultivo de zarzamora y el hongo u oomiceto fitopatógeno reportado como agente causal de enfermedad.



**Figura 3.** Cultivos de zarzamora infectados por el hongo *Fusarium oxysporum*. A) Fotografía de un cultivo de zarzamora infestado con *Fusarium oxysporum* en el estado de Michoacán. B) Síntomas característicos del marchitamiento de la zarzamora por *Fusarium*. Nótese el secado y muerte de los tejidos del tallo y las hojas de la planta.

Por tanto, es importante buscar estrategias que reduzcan las pérdidas en la producción de zarzamora, pero que al mismo tiempo no impacten en la salud humana y el medio ambiente, como lo hacen los pesticidas comúnmente encontrados en el mercado. Una alternativa novedosa puede ser la inoculación en campo de hongos endófitos (HE) benéficos con capacidad para inhibir y competir en la colonización de las plantas huéspedes. Algunos reportes demuestran los beneficios de los HE sobre plantas de frutillas. Por ejemplo, en el estudio realizado por Rees *et al.*, (2022), se demuestra que el HE, *Trichoderma* spp., proporciona protección a plantas de fresa contra la enfermedad causada por el hongo patógeno *Armillaria mellea*. Similarmente, Song *et al.*, (2021) reportan que algunos HE encontrados en plantas de arándanos son importantes para propiciar el crecimiento de las mismas plantas.

## Hongos benéficos en plantas de zarzamora y su relación con la producción

Es importante resaltar que la mayoría de los hongos que existen en la naturaleza, no causan enfermedades infecciosas en las plantas (Martínez-Soto *et al.*, 2023). De hecho, muchos de ellos aportan beneficios, por ejemplo, facilitan la toma de nutrientes o promueven una mayor absorción de los mismos; aumentan la tolerancia de la planta a condiciones de estrés en el suelo, o a condiciones climáticas desfavorables.

Los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), según Barrera-Verdugo, son organismos del suelo que interactúan con las plantas, y en esa interacción “planta-microorganismo” ambas especies se benefician. Así, los HMA posibilitan que las plantas generen mayor absorción de nutrientes, toleren condiciones estresantes y mejoren su productividad. Por su parte, los hongos reciben sustancias como fuente de carbono para su supervivencia. Gracias a esta relación, los HMA se han utilizado en la agricultura como estrategia biotecnológica para mejorar el desarrollo y producción de las plantas. Los HMA penetran las células de la raíz y el crecimiento de la hifa genera una forma similar a un árbol microscópico con la capacidad de brindar nutrientes a la planta.

Por otro lado, tenemos a los Hongos Endófitos (HE), que son un grupo diferente a los HMA, pues residen dentro de los tejidos de las plantas. Bolívar-Anillo *et al.* (2020) indican que entre los beneficios que los HE aportan a las plantas se encuentran el que impulsan su crecimiento, les brinda mayor resistencia a diversos tipos de estrés abiótico, y participan en la producción de fitohormonas. Además, los HE producen metabolitos secundarios que otorgan a la planta protección y resistencia contra herbívoros y microorganismos fitopatógenos (Martínez-Soto *et al.*, 2023). Se ha reportado que los HE pueden actuar como antagonistas frente a diversos hongos fitopatógenos, a través de la producción de metabolitos secundarios y enzimas extracelulares con funciones probadas de control biológico de hongos fitopatógenos. A nivel molecular se ha descrito que, a diferencia de los hongos fitopatógenos, los HE presentan una mayor velocidad de crecimiento y capacidad para competir por nutrientes, tienen una menor cantidad de cromosomas accesorios con genes relacionados a virulencia, y producen un menor número de proteínas degradadoras de compuestos de plantas. Así mismo, los HE inducen un reforzamiento de la pared celular de las plantas mediante la acumulación de calosa y lignina, inducen el “priming”, es decir, la preparación de los mecanismos de defensa de planta contra patógenos, y pueden mostrar una colonización sitio-específica de los tejidos vegetales (Martínez-Soto *et al.*, 2023; Yu *et al.*, 2023). La aplicación de HE en plantas de zarzamora puede ser una alternativa natural y rentable para reducir los problemas de infección en las plantas y contaminación en frutos.

## Comentarios finales

La producción de zarzamora es una de las principales actividades agrícolas que impulsa la economía del país, generando un alto número de toneladas por año, representando millones de dólares en ganancias y una gran cantidad de empleos para agricultores y campesinos, aunque también se sufren grandes pérdidas económicas causadas principalmente por hongos patógenos que infectan las plantas en cultivo o contaminan los frutos en la etapa postcosecha. Los hongos endófitos (HE) son un método novedoso, respetuoso con el medio ambiente, y poco conocido para proteger los cultivos de zarzamoras en campo, o en etapas post-cosecha al aplicar los metabolitos

secundarios de estos hongos directamente sobre los frutos en almacén o en venta. Aunque aún hace falta experimentación para buscar las mejores formas de aplicación, en este trabajo destacamos el uso de HE como agentes de biocontrol y como una estrategia biotecnológica para tratar los problemas que actualmente sufren los cultivos de zarzamora.

## Referencias

Barrera-Verdugo, S.E. (2009). El uso de hongos micorrízicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a14.pdf>

Beltrán de Heredia, M. R. (2016). Alimentos funcionales. *Farmacia profesional*. 30: 12-14.

Bolívar-Anillo, H.J., Garrido, C., Collado, I.G. (2020). Endophytic microorganisms for biocontrol of the phytopathogenic fungus *Botrytis cinerea*. *Phytochem. Rev.* 19, 721-740.

Contreras-Pérez, M., Santoyo-Pizano, G., Santos-Villalobos, S. D. L., Gutiérrez-García, M. A., Orozco-Mosqueda, M. D. C., & Rocha-Granados, M. D. C. (2019). Primer reporte de *Lasiodiplodia* en plantas de zarzamora (*Rubus* subgénero *Eubatus*) en el estado de Michoacán, México. *Revista mexicana de fitopatología*, 37, 479-485.

Del toro, V., Carles, F. (2008). El cultivo de los Berries. Recuperado el 08 de agosto de 2023 de <http://bdb.cma.gva.es/ficha.asp?id=12748>.

Doehlemann G., Ökmen B., Zhu W., Sharon A. (2017). Plant pathogenic fungi. *Microbiology Spectrum*. doi: 10.1128/microbiolspec.FUNK-0023-2016.

Fernández-Pavía, S. P., Rodríguez-Alvarado, G., Gómez-Dorantes, N., Gregorio-Cipriano, M. R., & Fernández-Pavía, Y. L. (2012). Enfermedades en plantas en el Estado de Michoacán. *Biológicas*, 14, 75-89.

Garay-Serrano, E., Cruz-Esteban, S., Fernández-Pavía, S. P. F., Rodríguez-Alvarado, G. A., & Gómez-Dorantes, N. (2021). Pathogenic microorganisms infecting berries in Mexico. *International Journal of Agriculture y Biology*, 25, 1007-1015.

Gigot, J., Walters, T.W., Zasada, A. I. (2013). Impact and Occurrence of *Phytophthora rubi* and *Pratylenchus penetrans* in Commercial red Raspberry (*Rubus idaeus*) fields in Northwestern Washington. *International Journal of Fruit Science*. 13, 357-372.

Martínez-Soto D., Yu H., Allen K.S., Ma L.J. (2023). Differential colonization of the plant vasculature between endophytic versus pathogenic *Fusarium oxysporum* strains. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 36:4-13.

Pastrana, A. M., Kirkpatrick, S. C., Kong, M., Broome, J. C., & Gordon, T. R. (2017). *Fusarium oxysporum* f. sp. *mori*, a new forma specialis causing Fusarium wilt of blackberry. *Plant disease*, 101, 2066-2072.

Rebollar Alviter A (2011) Manejo del mildiu y el moho gris de la Zarzamora en Michoacán. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo, México. 35p.

Rebollar-Alviter, A., Silva-Rojas, H. V., Zelaya-Molina, L. X. (2008). Shoot blight and anthracnose in Blackberry in Mexico is caused by *Glomerella cingulata*. *Phytopathology* 98, S131.

Rees, H.J., Drakulic, J., Cromeey, M.G., Bailey, A.M., Foster, G.D. (2022). Endophytic *Trichoderma* spp. can protect strawberry and privet plants from infection by the fungus *Armillaria mellea*. *PLoS ONE* 17, e0271622.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2023). Zanzamora: fruta que seduce el paladar. Recuperado el 08 de agosto de 2023 de <https://www.gob.mx/siap/articulos/zanzamora-fruta-que-seduca-el-paladar>

Song X., Li Y., Hu Y., Gou W., Wu Z., Zhang Y., Cao Z. (2021). Endophytes from blueberry roots and their antifungal activity and plant growth enhancement effects. *Rhizosphere* 20, 100454.

Terrones-Salgado, J., Nieto-Ángel, D., Nava-Díaz, C., Téliz-Ortiz, D., García-Velasco, R., Vallejo-Pérez, M.R., Sánchez-García, P. (2019). *Botrytis cinerea* causante del moho gris en frutos de zanzamora en México. *Revista mexicana de fitopatología*, 37, 365-382.

Yu H., Ayhan D.H., Martínez-Soto D., Cochavi S.M., Ma L.J. (2023). Accessory chromosomes of the *Fusarium oxysporum* Species Complex and their contribution to host niche adaptation. In: Scott, B., Mesarich, C. (eds) *Plant Relationships. The Mycota*, vol 5. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-16503-0\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-031-16503-0_16).

This entry was posted on Sunday, June 30th, 2024 at 11:04 pm and is filed under [Ciencias Naturales y de la Salud](#), [Zona Abierta](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.