



Portainjerto CM-334: Armadura genética para la producción comercial de chile manzano

Tabita Queren Pérez-Reyes^{1*}
Mario Pérez-Grajales²
Ma Teresa Martínez-Damián²

¹Investigadora de Cátedra del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT).

²Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México-Texcoco km 38.5, Chapingo, México.

*Autor para correspondencia: *tabita_queren@hotmail.com

El uso del portainjerto CM-334 representa una innovación genética sostenible y viable frente a la marchitez del chile ocasionada por *Phytophthora capsici*, al reducir la dependencia de fungicidas y así garantizar la productividad comercial de chile manzano. Esta estrategia aprovecha la múltiple resistencia del CM-334 para crear un "escudo invisible" que protege al chile manzano desde las raíces y abre la posibilidad de una agricultura más resiliente y amigable con el medio ambiente.

Introducción



Figura 1. Frutos del híbrido "Dali" de chile manzano injertado en CM-334.

El chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz y Pav.) es originario de los Andes de Bolivia y Perú, conocido comúnmente como "rocoto". Fue introducido a México a principios del siglo XX, donde se cultiva en las zonas con clima templado/frío de Michoacán, Puebla, Estado de México, Veracruz y en menor escala en Chiapas y Oaxaca. Su nombre común depende de la región: chile de cera, perón o canario.

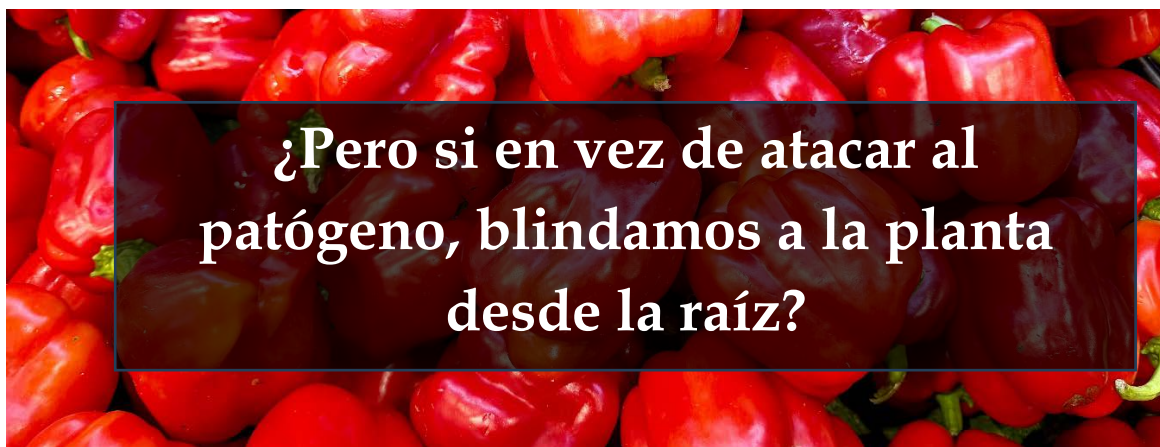
Es una planta perenne cuyos frutos, redondeados y de color amarillo (Figura 1) o rojo brillante, forman parte importante de la gastronomía mexicana debido a su picor que es dos veces más picante que el chile jalapeño, pero más moderado que el habanero.



En México, la producción de este cultivo ha experimentado un incremento significativo en los últimos cinco años, lo que ha fomentado el empleo local. Este auge responde a una demanda creciente, principalmente en el mercado estadounidense, por lo que se han implementado sistemas intensivos de producción, como crecimiento en invernadero, con riego por goteo, sistema de tutorado, poda de ramas y hojas, así como el control de plagas y enfermedades. No obstante, a pesar de estos avances tecnológicos y del incremento en la superficie cultivada, la producción comercial de esta especie de chile enfrenta un desafío fitopatológico devastador: *Phytophthora capsici*.



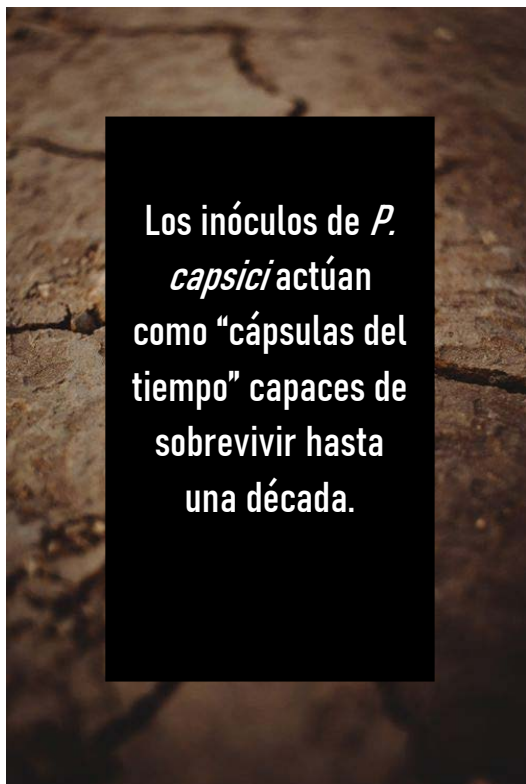
Este patógeno es capaz de permanecer oculto y dormido en el suelo, durante varios años, en espera de las condiciones adecuadas para despertar y atacar al cultivo en cualquier etapa, desde el semillero hasta la planta adulta y los frutos. Ante la poca o nula eficiencia de los fungicidas convencionales, que además comprometen la salud ambiental y humana, se plantea parar la guerra química contra el patógeno, y en su lugar, fortalecer el sistema radicular, dando al chile manzano raíces capaces de resistir y prosperar. Para lograrlo, primero debemos entender el entorno donde ocurre esta interacción.





El suelo: ¿Cuna o tumba de la productividad?

El suelo no es solo un soporte físico o tierra que rodea las raíces: es una rizosfera, zona estrecha de suelo que rodea a las raíces, rica en nutrientes minerales y



Los inóculos de *P. capsici* actúan como “cápsulas del tiempo” capaces de sobrevivir hasta una década.

densamente poblada por diversos microorganismos “cuna nutritiva”. Sin embargo, cuando es colonizada por oosporas, cápsulas del tiempo de *P. capsici*, se transforma en una tumba biológica para cultivos susceptibles como los del género *Capsicum* y la familia Solanácea (tomate, berenjena) y cucurbitáceas (calabacita, pepino, melón y sandía).

El reto radica en la naturaleza del agresor: aunque se comporta como un hongo, en realidad es un oomiceto o “moho acuático”. Esta diferencia en su “árbol genealógico” lo cambia todo, a diferencia de los hongos verdaderos, su cubierta exterior está compuesta por celulosa y no por quitina, lo que lo hace inmune a los fungicidas convencionales.

Adicionalmente, su doble modo de reproducción, asexual y sexual, lo convierte en un verdadero “super-patógeno” difícil de controlar, dado que es una perfecta combinación entre la supervivencia a largo plazo y una rápida velocidad de reproducción. Por un lado, las estructuras resistentes permanecen en el suelo y actúan como “cápsulas del tiempo”, capaces de sobrevivir en el suelo hasta una década en condiciones climáticas extremas e incluso sin hospedero. Por otro lado, las estructuras móviles y hábiles se diseminan fácilmente a través del agua de lluvia o de riego, generando una epidemia silenciosa capaz de colonizar todo el terreno a partir de una pequeña área infectada.

Una vez que estas estructuras entran en contacto con las raíces, penetran sus tejidos y provocan marchitez en la planta. A partir de ahí aparecen síntomas como amarillamiento de las hojas, pudrición de la raíz, manchas oscuras y secas en el tallo, hojas y frutos.





Esto puede provocar muerte prematura de la planta por marchitamiento y el daño suele terminar en la pérdida total del cultivo (Figura 2). La gravedad de la enfermedad depende del estado de madurez de la planta, pues las plantas adultas generalmente son más resistentes que las plántulas o que los frutos jóvenes.

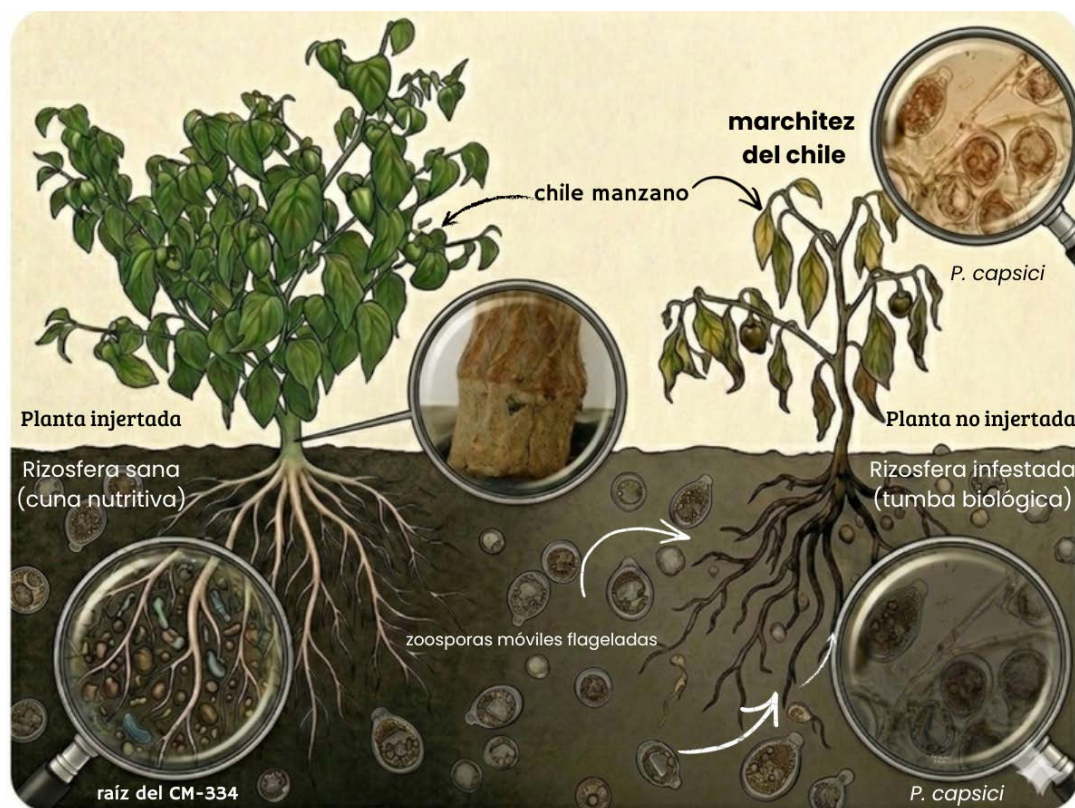


Figura 2. El portainjerto CM-334 como escudo protector del chile manzano contra la marchitez ocasionada por *P. capsici*. Diagrama generado con herramientas de IA a partir de fotografías originales e inéditas.

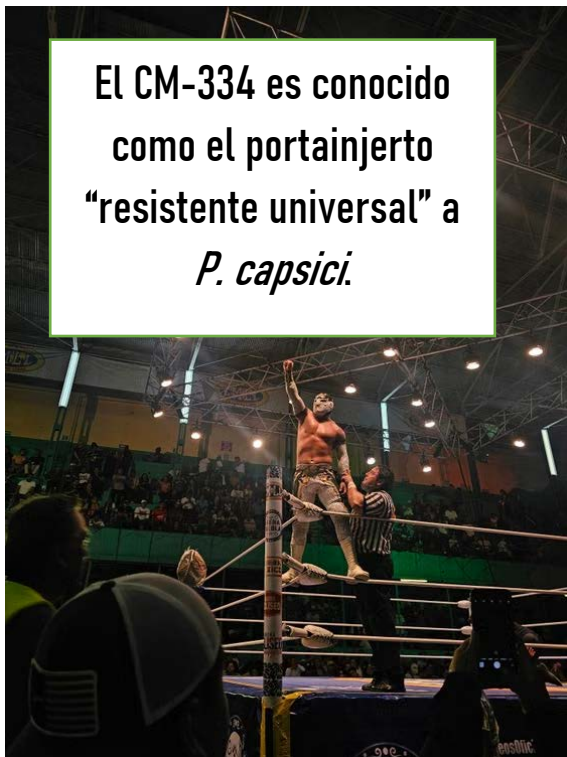
CM-334: el guardián de la biodiversidad

En medio de esta batalla invisible contra el patógeno, aparece un aliado inesperado: el chile serrano criollo de Morelos, conocido como CM-334 (*Capsicum annuum* L.). Este tesoro de nuestra biodiversidad funciona como un auténtico guardián genético, capaz de proteger al chile manzano y darle raíces más fuertes. El CM-334 es reconocido como “resistente universal” frente a *P. capsici*, ya que mantiene su integridad fisiológica y capacidad productiva sin importar que tan agresiva sea la cepa, el estado fenológico de la planta o las condiciones ambientales.



Esta resistencia está dada por muchos genes y se consolidó tras una prolongada coevolución entre la planta y el patógeno en su centro de origen (Morelos, México), donde ambos conviven sin que la planta sea extinguida o el patógeno erradicado. Los mecanismos asociados con la resistencia del CM-334 implican una barrera física que impide el avance del patógeno, pero también, hay una fuerte defensa química basada en el incremento de enzimas y otros compuestos con propiedades antimicrobianas.

**El CM-334 es conocido
como el portainjerto
“resistente universal” a
P. capsici.**



Sin embargo, aunque la resistencia del CM-334 es dominante, al cruzarlos, se pierden las características de rendimiento y calidad del fruto comercial. Por ello, pese a su uso en programas de mejoramiento genético, no se han generado cultivares comerciales de chile con resistencia al patógeno, lo que plantea la búsqueda de otra alternativa agrícola.

El injerto: Un escudo invisible y productivo

La técnica del injerto es común en

frutales, pero innovadora en hortalizas como el chile manzano. La cual consiste en el corte y unión del tallo herbáceo del chile manzano y el portainjerto CM-334 mediante injerto tipo empalme con pinzas de silicón (Figura 3).

Cabe mencionar que, aunque ambos chiles son de diferente especie, bajo condiciones controladas de 90 % de humedad relativa y 24 °C de temperatura, se alcanzó un prendimiento superior al 92 %. La sincronía entre los tejidos que transportan agua y nutrientes permiten el desarrollo de plantas adultas vigorosas.



Figura 3. Híbrido “Dali” de chile manzano injertado sobre el portainjerto CM-334.



Los resultados son contundentes: las plantas de chile manzano injertadas sobrevivieron en un suelo infectado por *P. capsici*, mientras que las no injertadas murieron en pocas semanas (Figura 4). El CM-334 actuó como escudo protector, lo que impidió la invasión del patógeno. La técnica del injerto no busca exterminar al enemigo, sino pactar una tregua evolutiva gracias a las cualidades de resistencia del portainjerto. Así, el suelo deja de ser una tumba biológica y se convierte nuevamente en un espacio de coexistencia favorable para la planta y el patógeno.



Figura 4. A la derecha: Híbrido “Dali” de chile manzano injertado sobre CM-334 (completamente sana) mientras que a izquierda se encuentran plantas del mismo híbrido no injertado (enfermas), con síntomas de marchitamiento vascular y necrosis foliar.

Sostenibilidad: Más allá de la resistencia

No se trata únicamente de generar plantas que sobrevivan en tierras contaminadas con *P. capsici*, sino de impulsar alternativas amigables con el medio ambiente y con la salud humana, al reducir el uso excesivo de fungicidas que, a través del tiempo, generan cepas resistentes.

Las plantas injertadas de chile manzano tienen mayor longevidad, ya que producen durante al menos 5 años, a diferencia de las plantas no injertadas que en ocasiones no alcanzan a generar un primer flujo de producción en el primer año de cultivo.



Bajo esta perspectiva, la técnica del injerto permite aprovechar el potencial perenne de este cultivo, esto implica reducción de gastos por resiembra y el empleo de fungicidas, lo que brinda seguridad a largo plazo a los productores. En este sentido, el injerto no solo representa una estrategia de resistencia, sino también una vía hacia sistemas agrícolas más resilientes, sostenibles y capaces de equilibrar productividad con cuidado ambiental.

Conclusiones

El suelo es un organismo vivo que se debe cuidar. Esto no significa eliminar a los enemigos, sino contar con herramientas que permitan resistir y convivir con ellos.

El uso de técnicas de manejo agronómico como el injerto sobre el portainjerto CM-334 ha demostrado que, con el conocimiento de la genética y la fitopatología, es posible enfrentar a los patógenos del suelo sin destruir la rizosfera.

El empleo de variedades criollas como portainjertos (CM-334) permite producir chile manzano. Esto no solo representa una victoria fitopatológica, sino también un acto de rescate de nuestra biodiversidad aplicada a la agricultura moderna. El injerto de chile manzano en el CM-334, se perfila como una alternativa viable y sustentable para los productores, principalmente aquellos que cultivan en suelos infestados con *P. capsici*.



Literatura recomendada



Pérez-Grajales, M., Pérez-Reyes, T. Q., Cruz-Álvarez, O., Castro-Brindis, R., & Martínez-Damián, M. T. (2021). Compatibilidad del portainjerto CM-334 y su respuesta sobre el rendimiento, calidad fisicoquímica y contenido de capsaicinoides en frutos de *Capsicum pubescens*. *Información Técnica Económica Agraria*, 117(4).
<https://doi.org/10.12706/itea.2021.003>

Pérez-Reyes, Tabita Queren, Leyva-Mir, Santos Gerardo, Pérez-Grajales, Mario, Martínez-Damián, María Teresa, & Castro-Brindis, Rogelio. (2025). Resistencia a *Phytophthora capsici* de chile manzano injertado en CM-334, cultivado en suelo infestado, con aplicaciones de auxinas y *Trichoderma Harzianum*. *Revista mexicana de fitopatología*, 43(2), RMEXFIT24085. Epub 29 de julio de 2025.
<https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2408-5>

Xingú-López, A., Espinoza-Gutierrez, D., Miranda-Gómez, J. M., Cruz-Gutierrez, J., & Pérez-González, C. K. (2025). *Capsicum pubescens* situación actual y tendencias futuras en el Estado de México. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 13, 115-121.
<https://doi.org/10.29057/icbi.v13iEspecial2.14636>

Semblanzas de autores

Tabita Queren Pérez-Reyes. Doctora en Ciencias en Horticultura por la Universidad Autónoma Chapingo. Investigadora de cátedra (estancia posdoctoral) del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT) adscrita a la Universidad Autónoma Chapingo.

Mario Pérez-Grajales. Doctor en Ciencias en Genética por el Colegio de Posgraduados. Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNII), nivel I.

Ma Teresa Martínez-Damián. Doctora en Fisiología vegetal por el Colegio de Posgraduados de Ciencias Agrícolas. Profesora-Investigadora de la Universidad Autónoma Chapingo, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNII), nivel I.

