



Portainjertos en Tomate para la Tolerancia a Salinidad y Patógenos del Suelo

Alternativa para evitar el control químico de enfermedades.

► **Juan Pablo Martínez C.**
Ingeniero Agrónomo. Dr.
INIA - La Cruz y Centro Regional de
Estudios en Alimentos y Salud, CREAS
jpmartinez@inia.cl

► **Alejandro Antúnez B.**
Ingeniero Agrónomo. Ph. D.
INIA - La Platina
aantunezb@inia.cl

► **Lida Fuentes V.**
Bioquímico, Dr.
CREAS e INIA-La Cruz
lfuentes@creas.cl

► **Luis Salinas P.**
Estudiante de Agronomía
INIA - La Cruz
luis.salinas.pacheco@gmail.com

► **Aníbal Ayala R.**
Ingeniero Ejecución en Bioprocesos
INIA - La Cruz y CREAS
aayala.raso@gmail.com

Foto 1. Portainjerto de tomate con unión clip de silicona.



A nivel mundial, la producción hortícola se enfrenta a diversos problemas para cubrir la demanda de una población en aumento, debido a la escasez de recursos hídricos y de suelo, a las políticas medioambientales y a los impactos negativos del cambio climático.

La incidencia del cultivo hortícola en suelos y condiciones climáticas poco favorables, incluidas las limitaciones abióticas, como la sequía, el calor, la salinidad, las inundaciones, la baja cantidad de nutrientes, la contaminación orgánica y de metales pesados; así como las bióticas, como las enfermedades del suelo agravadas por el cultivo intensivo y la eliminación de los desinfectantes químicos como el bromuro de metilo; está aumentando cada vez más.

Las especies hortícolas y frutales cultivadas en condiciones limitantes, experimentan diferentes trastornos que

conllevan un crecimiento reducido y una gran pérdida del rendimiento y calidad del fruto, sin que la mejora genética ofrezca soluciones eficientes a corto plazo. Aunque el uso de injertos en árboles frutales ha sido exitoso, el uso comercial de los portainjertos hortícolas es muy reciente y se ha desarrollado fundamentalmente sobre una base empírica.

En la actualidad, el número de plántulas injertadas de uso comercial en hortalizas solanáceas (tomate y pimiento) ha crecido en forma notoria en países con tradición hortícola, lo que refleja un aumento en las preferencias de los agricultores por plantas injertadas de alta calidad con un rendimiento de cultivo mayor.

En Chile, se cultivan alrededor de 13.000 hectáreas de tomate, que representan el 15% de las 90.000 hectáreas cultivadas comercialmente con hortalizas a nivel

Foto 3. Plantines de tomate injertado (A) y no injertado (B) en contenedor.





nacional. De esas 13.000 hectáreas, un 50% son plantaciones para consumo fresco y el otro 50% son plantaciones con destino agroindustrial. De las 6.309 hectáreas cultivadas comercialmente de tomate de consumo fresco, 1.052 hectáreas (16,6%) se cultivan bajo invernadero (INE, 2008).

De acuerdo a estos antecedentes, el injerto en tomate se está convirtiendo en una alternativa importante y atractiva frente a la mejora clásica de los cultivos, al poseer nuestro país un germoplasma silvestre potencial a los requerimientos de nuestros agricultores. Las resistencias presentes en los materiales nativos pueden actuar directamente a nivel de raíz, minimizando problemas asociados a la incompatibilidad genética y evitando largos programas de mejora. Además, dicho material puede presentar resistencias horizontales a diversos estreses bióticos y abióticos que también

pueden ser transferidas de forma simultánea desde la raíz, sin alterar negativamente las características agronómicas de la variedad.

El proyecto bilateral INIA-CSIC, liderado por el Dr. Juan Pablo Martínez (INIA La Cruz) y el Dr. Francisco Pérez Alfocsa (CEBAS-CSIC España) se enfocó en la tolerancia y calidad del cultivo de tomate por estreses bióticos y abióticos que limitan enormemente la productividad de los mismos, mediante el uso de portainjertos.

La obtención de portainjertos híbridos F1 (F1-INIA) con líneas promisorias para dichos caracteres permitió la selección de una combinación de resistencias, vigor híbrido y compatibilidad con variedades de alto valor agronómico, en las que se evaluó el efecto sobre los caracteres que influyen positivamente la calidad nutricional del fruto.



(B) Ataque de nematodo del género *Meloidogyne* sp. en raíces de tomate cultivado.

Portainjertos en hortalizas ◀

La utilización de portainjertos en plantas herbáceas comienza en Japón en 1914 para prevenir Fusariosis en sandía. A nivel mundial, el interés general de esta técnica se basa en la siembra de portainjertos interespecíficos de origen silvestre, resistentes a determinados patógenos del suelo.

El injerto ha sido utilizado en la agricultura como una técnica que permite otorgar resistencia o tolerancia de las plantas a determinados patógenos del suelo, además de aumentar el crecimiento y rendimiento de las plantas injertadas en relación a las que no se injertan.

A nivel internacional, Japón, Francia, Holanda y España son pioneros en la utilización de portainjertos en hortalizas, principalmente cucurbitáceas (melón, sandía, pepino) y solanáceas (tomates, pimiento y berenjena). En España, hasta la década de los '80, el uso de portainjertos era sólo experimental y a baja escala. Sin embargo, a fines de los '80 fue cuando las empresas de semillas tomaron esta técnica y la masificaron rápidamente, registrando en el año 2004 una producción aproximada de 110 millones de plantas injertadas, de las cuales 73 millones fueron plantas de tomates (De Miguel, 2009).

La técnica de portainjerto es el resultado de la unión de dos plantas afines (portainjerto + variedad) modificadas a través de la técnica de injertación, permitiendo cultivar especies sensibles a ciertos patógenos, sobre suelos infestados, utilizando el sistema radicular de una planta resistente y, en la parte aérea, una planta comercialmente productiva.

Existen varios tipos de técnicas de injertación de plantas herbáceas, dentro de las cuales tenemos la de lengüetas y púas; y la de aproximación en cucurbitáceas, esta última con el mejor resultado y la más utilizada con un 90% a 100% de prendimiento (Martínez, 2009).

En el caso de las solanáceas, antiguamente se usaba la técnica de púas, sin embargo, tras la invención del clip de silicona, la única técnica utilizada hoy para la injertación de solanáceas es el empalme (De Miguel, 2009). La **foto 1** muestra una variedad de tomate injertado sobre un portainjerto comercial, en el cual se observa la tecnología del clip de silicona para la unión del portainjerto-variedad. Las **fotos 2 y 3** muestran contenedores de tomate injertado y no injertado previo a la entrega al productor.

La utilización de la técnica de injertación en plantas herbáceas es relativamente nueva en Chile, ya que no hay un registro que indique el uso masivo de esta técnica que paulatinamente va en aumento, convirtiéndola en una de las opciones más idóneas para el futuro hortícola del país, teniendo en cuenta que para el año 2015 no se podrá seguir utilizando bromuro de metilo.



Foto 2. Plantines de portainjerto de tomates en contenedor. ▲

Portainjertos resistentes a salinidad ◀

El tomate es una especie medianamente sensible a la salinidad. Se han detectado limitaciones en el vigor y productividad de las variedades comerciales actualmente utilizadas. En ciertas áreas de Chile (regiones de Arica y Parinacota, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana) se ha observado este problema, dependiendo de la zona geográfica y calidad de agua de riego utilizada.

En algunos sectores productores de tomate fresco de los valles de Azapa y Quillota, el problema persiste en el agua de riego, siendo considerada salina. La salinidad del suelo y del agua en tomate, como en otros cultivos, provoca serias restricciones en el crecimiento de las plantas, produciendo una reducción en el rendimiento y calidad comercial del fruto, lo que se traduce en una reducción de la rentabilidad del cultivo, y conduce al abandono de la tierra. La reducción del potencial productivo se asocia a la susceptibilidad varietal, a la salinidad en períodos críticos del crecimiento y desarrollo, que determina limitaciones para manifestar su rendimiento potencial.

En las últimas décadas, el énfasis para disminuir los efectos del estrés salino ha estado orientado hacia la modificación del ambiente a través del riego, del mejoramiento de los suelos, y uso de fertilizantes y substratos alternativos, entre otros. Sin embargo, las soluciones basadas en genética dirigida al desarrollo de variedades tolerantes, mediante mejora convencional o biotecnológica a partir de especies silvestres tolerantes, no ha dado resultados aplicables al sector productivo, debido a la baja calidad comercial del material tolerante obtenido y a la complejidad del carácter.

Portainjertos resistente a problemas fitosanitarios ◀

Entre los problemas fitosanitarios que reducen la productividad en tomate a nivel mundial y nacional, se han descrito el marchitamiento de plantas producidos por *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici* y el ataque de nematodos, siendo *Meloidogyne sp.*, el más importante. La fusariosis es una enfermedad severa que afecta a los cultivos de tomate desarrollados tanto bajo condiciones de campo abierto como condiciones de invernadero. En el caso de los nematodos, *Meloidogyne sp.*, es el de mayor importancia en cultivos de tomate en Chile. Este nematodo se caracteriza por ser un endoparásito, polífago y de gran distribución gracias a las labores de labranza de suelo, plantas infectadas y a través del agua de riego. Según Castillo (2006), en la parte aérea, los efectos perjudiciales de los nematodos, comúnmente son atribuidos a distintos estreses abióticos. Sin embargo, Monardes *et al.* (2009) señala que la presencia de nódulos en las raíces generados por estos fitopatógenos, disminuyen la absorción de agua y nutrientes por parte de la planta, reduciendo la productividad del cultivo entre un 15% y 60%. En la **foto 3B** se muestra nódulos en raíces de tomate producidos por *Meloidogyne sp.* con presiones intermedias a nivel de suelo.

Las vías más utilizadas para contrarrestar los problemas fitopatológicos del suelo son en base a la aplicación de productos químicos, como fungicidas y nematicidas. En general, los agricultores cultivan el tomate un año tras otro utilizando el mismo suelo, recurriendo en la mayoría de las veces a la aplicación de bromuro de metilo al suelo, considerado perjudicial para el medio ambiente.

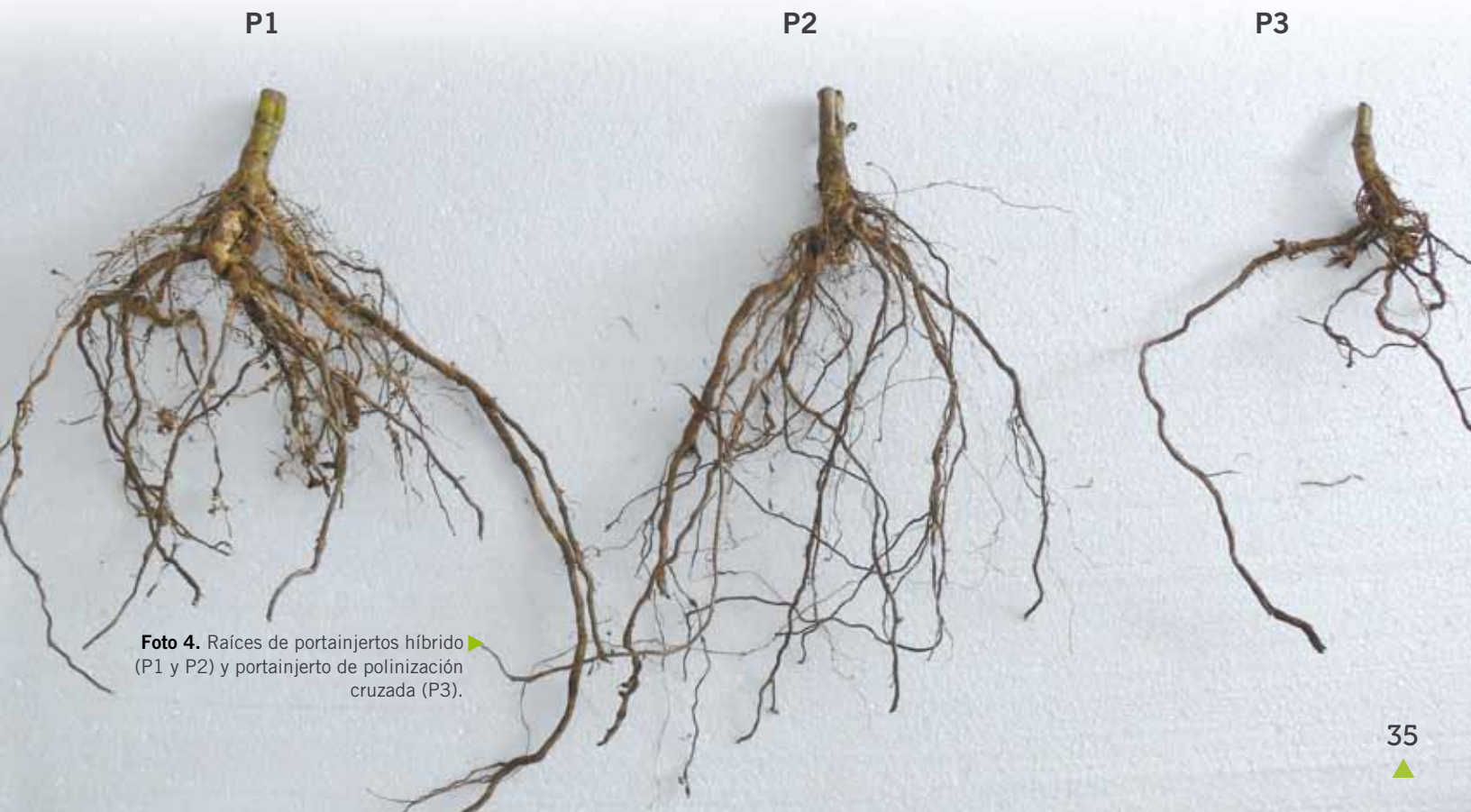


Foto 4. Raíces de portainjertos híbrido (P1 y P2) y portainjerto de polinización cruzada (P3).

Otras opciones también utilizadas para el control de los problemas fitosanitarios del suelo son aquellos relacionados con manejo cultural del tomate, como por ejemplo: plantar en suelos libres de enfermedades a través de solarización o vaporización, o también el uso de semillas o plantines libres de patógeno. Sin embargo, el uso de portainjertos es una buena opción si se considera su uso para enfrentar los ataques de enfermedades y parásitos a nivel radicular.

Esta tecnología, que implica el uso de una variedad comercial sobre un portainjerto resistente tiene como objetivo evitar el ataque del patógeno en plantas sensibles, manteniendo el sistema de raíces saludable, lo que permite la ejecución de la absorción normal de agua y nutrientes del suelo. Basándose en esta idea es que se sugiere el uso de la resistencia genética, para el manejo integrado de enfermedades radiculares, a través del uso de portainjertos, además que constituye una alternativa para la sustitución del control químico de las enfermedades del sistema radicular en tomates.

En términos productivos, el uso de portainjertos, además de ser una herramienta eficaz para el control de enfermedades y parásitos del suelo, aumenta el vigor, la producción y el rendimiento de las plantas injertadas (Cortada, 2010).

La utilización de diferentes portainjertos en tomate en este estudio contribuiría a minimizar los daños producidos por estrés biótico, específicamente del hongo *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici* y el nematodo *Meloidogine sp.*

La **foto 4** muestra tres portainjertos; dos híbridos (P1 y P2) y el portainjerto de material de polinización abierta (P3) en presencia de suelos con nematodo, observándose una menor masa radical en el P3. Además, la investigación de INIA se focaliza en determinar el efecto de diferentes portainjertos sobre crecimiento, productividad y calidad de fruta en tomate bajo la presencia de algunos fitopatógenos del suelo en condiciones controladas y de campo, dando respuesta a la demanda productiva de un importante número de horticultores nacionales.

El grupo de Fisiología y Biología Molecular Vegetal INIA-CREAS, está trabajando con nuevo material híbrido de portainjertos para aumentar la tolerancia a salinidad en tomate con accesiones únicas y no estudiadas previamente. Los estudios realizados en INIA La Cruz son aproximaciones experimentales que incluyen aspectos agronómicos (control de cultivo, rendimiento), fisiológicos (análisis de parámetros marcadores de tolerancia) y genético (obtención de material híbrido y determinación de genes candidatos) para resolver los problemas de estrés bióticos y abióticos.

Planta injertada en producción ▶
(Valle de Azapa, Arica)



Literatura citada

- ▶ **Castillo P. 2006.** Características y control de los ataques por nematodos noduladores (*Meloidogine sp.*) y lesionadores de las raíces (*Pratylenchusspp.*) en cultivos hortícolas y frutales. Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC, Córdoba. XIII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Murcia.
- ▶ **Cortada L., Sorribas FJ, Ornat C., Andrés MF, Verdejo-Lucas S. 2010.** Patrones de tomates resistentes a *Meloidogine sp.*: Variabilidad de la respuesta de resistencia en función de la población del nematodo. Horticultura Global: 40-45.
- ▶ **De Miguel A. 2009.** Evolución del injerto de hortalizas en España, Revista de Tecnología Hortícola 72: 10-16.
- ▶ **INE, 2008.** VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal. 2007. <http://www.ine.cl>
- ▶ **Monardes H., Escalona MV, Alvarado P., Urbina C., Martín A. 2009.** Manual del cultivo del tomate (*LycopersiconesculentumMill.*). Revista Nodo Hortícola: 5-9.