

## Ficha de Valorización de Resultados

111

### BIOCONTROL

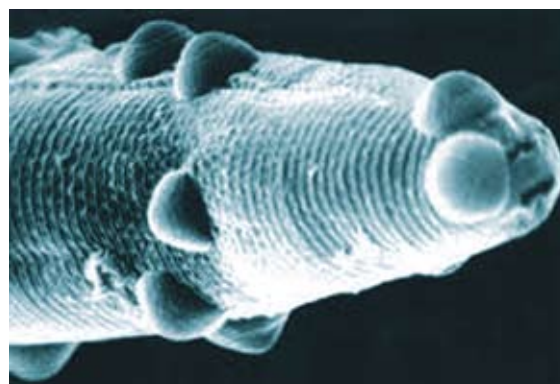
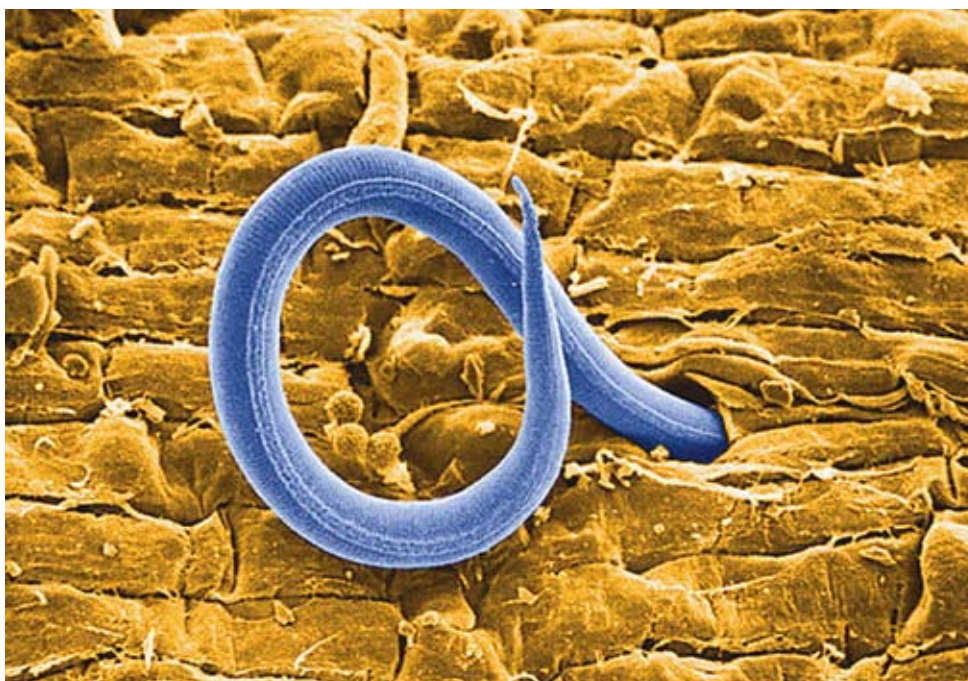
## Bacterias Nativas para el Control de Nemátodos Fitoparásitos

Proyecto de Innovación en  
Regiones Metropolitana,  
de O'Higgins y del Maule

Los resultados del proyecto que se analiza permitieron establecer la potencialidad que tiene el uso de bacterias, como *Pasteuria penetrans* y otros bacilos, para el control de nemátodos que atacan principalmente tomate y vid y, en menor proporción, cítricos. El comportamiento de estos microorganismos demostró ser satisfactorio, no sólo en cuanto a lograr el objetivo general planteado, sino también, dado el potencial desarrollo de una formulación comercial para la venta del biocontrolador.

En síntesis, los resultados generaron una experiencia valiosa en las líneas de investigación implementadas y respondieron a los objetivos propuestos; sin embargo, todavía existen asuntos pendientes que deben resolverse para convertir estas experiencias en una tecnología disponible para los usuarios.

En general, el proyecto permitió rescatar el conjunto de aprendizajes técnicos que dan lugar a una nueva herramienta para la industria hortícola, vitivinícola y frutícola, actualmente en desarrollo.



Esta ficha resume los resultados y lecciones aprendidas de este proyecto, expuestos en detalle en el libro correspondiente de la serie



## Bacterias Nativas para el Control de Nemátodos Fitoparásitos

Proyecto de Innovación en la Regiones Metropolitana, de O'Higgins y del Maule

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Origen</b>                            | <p>Esta ficha fue elaborada a partir de la publicación que sistematiza los resultados, experiencias y lecciones aprendidas en la ejecución de l proyecto financiado por FIA “Evaluación de cepas nativas de la bacteria <i>Pasteuria penetrans</i> para el biocontrol de nematodos fitoparásitos asociados a cultivos de vid, tomate y cítricos”.</p> <p>El proyecto fue ejecutado por la Universidad de Talca y la empresa Bio Insumos Nativa Ltda., entre diciembre de 2004 y noviembre de 2008.</p> <p>El objetivo principal planteado en el proyecto fue recolectar, aislar y evaluar la capacidad biocontroladora de cepas nativas de <i>Pasteuria penetrans</i> (Pp) recolectadas entre las regiones I y X, para nemátodos fitoparásitos causantes de enfermedades en cultivos de vid, cítricos y tomate.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Base conceptual de la herramienta</b> | <p>Los nemátodos fitoparásitos constituyen una de las plagas agrícolas más importantes para diversos cultivos y son múltiples los daños físicos que pueden provocar a las raíces, dependiendo del género, además de ser vectores de virus o de facilitar la colonización de hongos fitopatógenos. Desde el punto de vista económico, las especies de nemátodos más importantes para los cultivos de tomates, vides y cítricos son, respectivamente: <i>Meloidogyne</i> spp., <i>Xiphinema</i> spp. y <i>Tylenchulus</i> spp.</p> <p>Actualmente, existen diversas alternativas para controlar y disminuir el ataque de los nematodos:</p> <p><b>Medidas de control preventivo:</b> rotación de cultivos; porta injertos tolerantes o resistentes; esterilización del suelo o de las raíces a través de la solarización o el uso de calor; fumigación con productos químicos; enmiendas orgánicas.</p> <p><b>Medidas de control activo:</b> nematicidas orgánicos hechos a base de microorganismos o de extractos vegetales tóxicos para los nemátodos; nematicidas químicos; cultivos trampa; enmiendas orgánicas frescas.</p> <p>El proyecto se concentró en seleccionar organismos que viven asociados al hábitat natural de los nemátodos; destacan bacterias del género <i>Pasteuria</i> y <i>Bacillus</i> (bacterias formadoras de esporas, BFE) que son parásitos obligados, por lo que necesitan completar su ciclo de vida en asociación con el nemátodo huésped, característica que los hace altamente específicos y con un rango de asociación muy estrecho. Las bacterias son parte natural de las interacciones que se producen en el suelo, por lo que se consideran inocuas para otros seres vivos como plantas, animales y el ser humano.</p> |
| <b>La conveniencia económica</b>         | <p>En el análisis se consideró una situación estándar de un cultivo de tomate: dos temporadas al año, producción sana de 140 t/ha/año, precio promedio de \$ 200/kg; daño estimado causado en la producción debido al ataque de nemátodos: 30%.</p> <p>Los cuadros 1 y 2 muestran los costos de aplicación y merma de ambos tipos de controles en cultivo de tomate bajo invernadero.</p> <p>A la luz de los resultados económicos, la alternativa de control biológico surge como una opción más rentable que la química, no sólo por el costo total anual que se aprecia en cada uno de los controles y que es menor para el tratamiento con BFE, sino además, porque el control constante de la población de nemátodos, provoca una notoria disminución de la merma de producción. Cabe recordar que estas bacterias son capaces de formar esporas, por lo que pueden estar latentes durante los períodos en que los nemátodos no están activos; este es un factor que puede resultar importante al considerarse otras especies, y que en los tomates, por ser de doble temporada, los nemátodos disponen casi continuamente de la alimentación necesaria para su desarrollo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



## Asuntos por resolver

Aunque el proyecto precursor resolvió los objetivos propuestos y produjo logros adicionales, quedaron desafíos pendientes por resolver antes que la herramienta esté lista y que sea aplicable, como los siguientes.

**Producción de *Pasteuria penetrans*.** Tanto el proyecto, como otras investigaciones internacionales, aún no definen un método para reproducir las cepas de *P. penetrans* a escala industrial, aunque existen métodos para producción a escala local. Por esto es necesario continuar el estudio, a fin de desarrollar el método, ya que esta bacteria presenta diversas ventajas, como una mayor especificidad y menor dependencia de las condiciones ambientales, para su efectividad de control.

**Sistema de producción comercial.** En cuanto a las BFE, para las que se obtuvieron las bases tecnológicas para el desarrollo de un producto comercial, se recomienda seguir evaluando nuevas cepas y los procesos de secado, ya que, si bien se determinó una temperatura a la que aumenta el número de esporas, la población final obtenida es menor a la esperada, en comparación con la cantidad de UFC iniciales. Por otra parte, se determinó que estas cepas son capaces de crecer a 37 °C, lo que incrementa el riesgo de restricciones para su registro.

**Selección de cepas.** Una vez terminado el proyecto, se han recolectado y seleccionado nuevas cepas que han demostrado buenos niveles de control, escalabilidad comercial y ausencia de riesgos para la salud humana; por ello está en proceso de evaluación la formulación definitiva, con el fin de iniciar el registro oficial.

**Proceso de registro del producto.** Actualmente la formulación definitiva de las cepas está en proceso de evaluación de toxicidad y de ensayos de eficacia, antes de iniciar el proceso de registro SAG; se estima una salida al mercado a fines de 2013.

## El valor de la herramienta tecnológica

A la luz de los resultados del proyecto, se establece la gran potencialidad que tiene el uso de microorganismos para controlar las plagas de la agricultura, especialmente cuando se enmarcan en productos enfocados a reemplazar el bromuro de metilo. En particular, las bacterias BFE demostraron tener una eficiencia muy similar a los productos químicos actualmente disponibles en el mercado, en cuanto al control de nemátodos fitoparásitos, produciendo un efecto continuo y de mayor permanencia en el tiempo, pero sin provocar los conflictos ambientales y de salud que se atribuye a los convencionales.

De esta manera, esta herramienta tecnológica logra ser una alternativa de control contra los nemátodos más importantes que afectan a los cultivos nacionales, como *Meloidogyne* y *Xiphinema*, principalmente en tomate y vid.

**CUADRO 1. Costos de aplicación y merma de control químico en cultivo de tomate bajo invernadero (t/ha)**

| Efectos/costos del control químico                    | AÑO       |           |           |           |            |
|-------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                                                       | 1         | 2         | 3         | 4         | 5          |
| Recuperación (60%) post aplicación del control (t/ha) | 132       | 132       | 132       | 132       | 132        |
| <b>Costos (\$/ha)</b>                                 |           |           |           |           |            |
| Tratamiento                                           | 771.000   | 771.000   | 771.000   | 771.000   | 771.000    |
| Merma de la producción                                | 1.680.000 | 1.680.000 | 1.680.000 | 1.680.000 | 1.680.000  |
| Total costo anual                                     | 2.451.000 | 2.451.000 | 2.451.000 | 2.451.000 | 2.451.000  |
| Total costo (acumulado)                               | 2.451.000 | 4.902.000 | 7.353.000 | 9.804.000 | 12.255.000 |

Fuente: elaborado con datos de agentes de la industria.

**CUADRO 2. Costos de aplicación y merma de control biológico en cultivo de tomate bajo invernadero (t/ha)**

| Efectos/costos del control biológico                 | AÑO       |           |           |           |           |
|------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                                      | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         |
| Recuperación (60%) post aplicación de control (t/ha) | 133       | 133       | 133       | 133       | 133       |
| <b>Costos (\$/ha)</b>                                |           |           |           |           |           |
| Tratamiento                                          | 560.000   | 560.000   | 560.000   | 560.000   | 560.000   |
| Merma de la producción                               | 1.344.000 | 1.344.000 | 1.344.000 | 1.344.000 | 1.344.000 |
| Total costo anual                                    | 1.904.000 | 1.904.000 | 1.904.000 | 1.904.000 | 1.904.000 |
| Total costo acumulado                                | 1.904.000 | 3.808.000 | 5.712.000 | 7.616.000 | 9.520.000 |

Fuente: elaborado con datos de agentes de la industria.