



# Hongos Nativos del suelo: efectivos biocontroladores de enfermedades por nematodos

E. A. Mondino<sup>1</sup>, P. Burges<sup>2</sup>,  
V.F. Consolo<sup>3</sup>, J. A. Thougnon Islas<sup>1</sup>,  
T. M. Ledesma<sup>4</sup>, F. Covacevich<sup>3</sup>

<sup>1</sup> INTA, EEA Balcarce

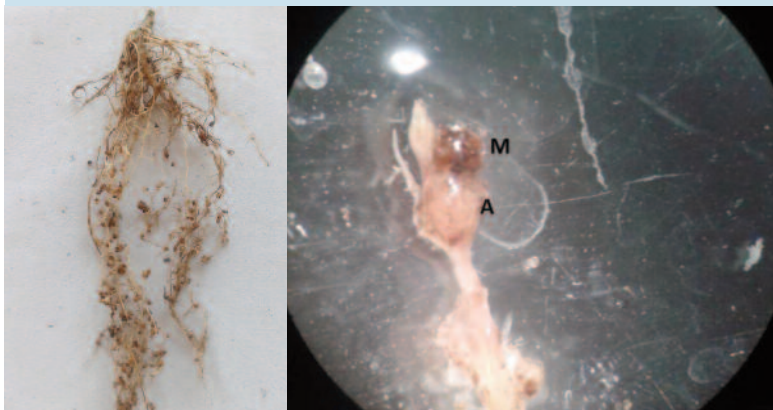
<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
UNMdP

<sup>3</sup> CONICET, Instituto de Investigaciones en  
Biodiversidad y Biotecnología-FIBA,  
Mar del Plata

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP  
*covacevich.fernanda@inta.gob.ar*

Una de las enfermedades que ocasionan más pérdidas económicas en la producción hortícola en nuestro país es la ocasionada por nematodos, presentamos un análisis sobre Microorganismos que controlan a éstos importantes fitoparásitos.

**Imagen 1** | Izq.: raíz de tomate infectada con *M. javanica*. Der.: "Agalla" (A) en raíz de tomate con múltiples masas de huevos (M) de *M. javanica*. Fuente: Lab. de Nematología de la UI (INTA Balcarce- UNMdP).



**E**n Argentina, la mayor producción de cultivos hortícolas se centra en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Mendoza, particularmente en las cercanías de centros urbanos denominados "cinturones verdes". Dentro de la región del sudeste de la provincia de Buenos Aires, el denominado cinturón hortícola de Mar del Plata es uno de los principales sectores de producción. Está comprendido por una franja de 25 km que bordea la zona urbana la cual tiene características exclusivas, tales como la cercanía al mar, baja amplitud térmica anual, suelos interserranos, con afloramiento rocoso, ricos en materia orgánica y de elevada fertilidad, que permiten a unos 500 productores hortícolas cultivar alrededor de 10000 ha.

En respuesta a la creciente demanda en la producción de alimentos, la producción hortícola bajo cubierta se ha generalizado. La misma se caracteriza por el cultivo en invernáculos en parte o todo el ciclo del cultivo, en el que se crea un microclima favorable pudiendo controlar con cierta eficiencia factores como temperatura, humedad, luz, etc. En el cinturón hortícola de Mar del Plata se destaca que, la superficie destinada a la producción hortícola es de aproximadamente 9.500 hectáreas a campo y 750 hectáreas bajo cubierta (invernaderos) y estas superficies se incrementaron entre 1989 y 2015 un 85,24% a campo, 6,34% bajo cubierta.

Sin embargo, el microclima que genera el cultivo bajo cubierta, tiene ciertas desventajas. Desde el punto de vista sanitario, la aparición de enfermedades y plagas se ha incrementado en cultivos en invernáculos.

**Una de las enfermedades que ocasionan más pérdidas económicas en la producción hortícola en nuestro país es la ocasionada por nematodos fitoparásitos.**

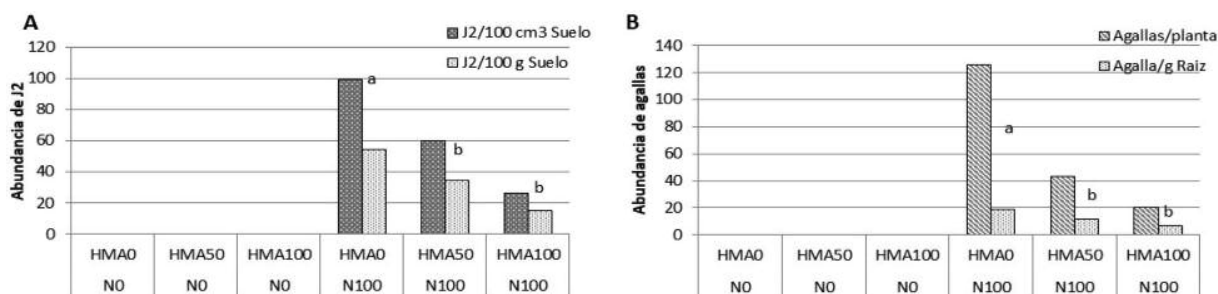
Las pérdidas económicas causadas por nematodos en cultivos bajo cubierta en nuestro país, no se conocen con exactitud debido a que, los síntomas son, en ocasiones, inespecíficos, al menos a la vista del productor a campo (es decir, evidencias en la parte aérea). No obstante, estimaciones de diversas fuentes sugieren que los nematodos fito-parásitos pueden ocasionar pérdidas en cultivos de tomate, hortalizas y varios frutales, entre otros. Estas pérdidas pueden llegar a los US\$ 80 billones/año.

Las pérdidas económicas ocasionadas por el nematodo fitoparásito perteneciente al género *Meloidogyne* en la agricultura argentina no son precisas; sin embargo, se sabe que este género es uno de los principales agentes que afecta la actividad hortícola intensiva, generando la disminución de la producción del cultivo y por lo tanto un alto costo económico.

**La evidencia de la enfermedad ocasionada por *Meloidogyne* se manifiesta fundamentalmente en las raíces, las que van desde un leve ensanchamiento hasta nudos denominados "agallas", presentando un diámetro dos o tres veces mayor a las raíces sanas, provocando la limitación del flujo hídrico y de nutrientes a la planta (Imagen 1).**

En las agallas pueden evidenciarse, por observación con lupa, masas de huevos (color caramelo) que contienen hasta 800 huevos (color blanco). Los

**Figura 1** | Abundancia de larvas J2 de nematodos (izquierda) y agallas (derecha) en raíces de tomate (A, B respectivamente) ocasionadas por el nematodo *Meloidogyne incognita*. Las plantas fueron pre inoculadas con un consorcio con hongos micorrícicos arbusculares (HMA) nativos de la provincia de Buenos Aires. **Tratamientos:** HMA0: No inoculado con HMA, HMA50: Inoculado con HMA 50% del sustrato, HMA100: con HMA 100% del sustrato. N0: No inoculado con nematodos, N100: inoculado con nematodos. Columnas con letras distintas indican diferencias significativas (P<0,05) entre tratamientos de inoculación. n.s: no significativo.



huevos al eclosionar originan larvas J2 que son las larvas infectivas.

Los síntomas en la parte aérea son inespecíficos, pudiéndose observar crecimiento reducido, marchitez, clorosis, hojas más pequeñas, entrenudos cortos, todo esto afectando la producción y calidad de la planta. Aunque en muchas ocasiones la apariencia aérea de la planta atacada no se diferencia de las plantas sanas, esto depende, entre otros, de la densidad de población en el suelo y el grado de ataque a la planta.

### ¿Cómo se controlan los nematodos en la producción hortícola?

Las técnicas de control de nematodos fitoparásitos van desde métodos físicos (solarización, vapor de agua, calor húmedo o seco, inundaciones y desecación), cultivares resistentes, biofumigación, hasta prácticas culturales (rotación de cultivos, barbechos, modificación de la época de siembra). Si bien todos estos presentan cierto efecto controlador sobre los nematodos fitoparásitos, ninguno por sí solo es una estrategia satisfactoriamente precisa ya que presentan muchos inconvenientes en el control de nematodos.

Tradicionalmente y aún en la actualidad de la mayoría de los países del mundo, el principal método utilizado para el control de nematodos fitoparásitos formadores de "agallas", se realiza a través de la aplicación de productos químicos, denominados "nematicidas" o fumigantes del suelo. Los nematicidas químicos tienen un alto riesgo potencial como contaminante medioambiental, con el agravante de que, en general, se

realiza aplicación indiscriminada que conduce a la contaminación del suelo, del agua y de los alimentos, además de las consecuencias en la salud humana, tanto del productor en su manipulación como en los consumidores.

En este sentido, se plantea la preocupación tanto a nivel nacional como mundial entre consumidores y organizaciones, en reducir el uso de nematicidas químicos, proponiendo nuevos entornos regulatorios con programas alternativos destinados a favorecer la sanidad de los cultivos, que presenten eficacia en la producción y salud humana, como también menor impacto en el medio ambiente, económicamente viables a la exigencia del mercado y socialmente aceptadas. En resumen, un sistema techno-económico ambiental sustentable.

### ¿Pueden usarse microorganismos como alternativa al uso de químicos para el control de nematodos fitoparásitos?

Como alternativa a la aplicación de productos químicos para el control de enfermedades ocasionadas por nematodos fitoparásitos, el control biológico se plantea como una alternativa sustentable. El control biológico incluye el uso de organismos benéficos (enemigos naturales), contra aquellos que causan daño (plagas), buscando reducir las poblaciones de la plaga a niveles que no causen daño.

Los microorganismos edáficos reconocidos como promotores del crecimiento vegetal (PGPM, del inglés *Plant Growth Promoting Microorganisms*) tienen efecto sobre la nutrición vegetal,

estimulando el crecimiento de las plantas. Además, algunos microorganismos PGPM, pueden tener funciones como agentes de control biológico (BCA, del inglés *Biological Control Agents*). La capacidad BCA puede alcanzarse a través de la producción de sustancias aleloquímicas o antibióticos que impiden el desarrollo de enfermedades, estimulación del sistema de defensa de las plantas y/o la ocupación de nicho y desplazamiento por competencia, entre otros.

Si bien diversos microorganismos del suelo pueden ser considerados BCA, entre los hongos más citados e investigados como biocontroladores de nematodos fitoparásitos, se encuentran los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) y varias especies del género *Trichoderma*.

El efecto de *Trichoderma* sobre nematodos como BCA, se ha evidenciado a través de parasitismo, por la secreción de enzimas y metabolitos como quitinasa y proteasas similares a los hongos nematófagos para atacar a los nematodos tanto en el suelo, en el interior de las raíces o sobre la superficie de las mismas, entre otros. Los HMA (Phylum Glomeromycota), por su parte, parecen ejercer efecto de reducción de la enfermedad por ocupación de nicho.

**En general, para el control biológico de nematodos por HMA y *Trichoderma* se recomienda la pre inoculación con el agente biocontrolador, previo a la infección de nematodos. Esta situación puede darse en la producción de los plantines o previo al trasplante, momento en el cual las raíces son muy sensibles al ataque por patógenos.**

Resultados de nuestras investigaciones han evidenciado que la pre inoculación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con consorcios con HMA nativos de la provincia de Buenos Aires fueron efectivos controladores de infección en raíces por *Meloidogyne incognita*. La inhibición se puso de manifiesto tanto en reducción de larvas J2 en el sustrato, como de agallas en raíces

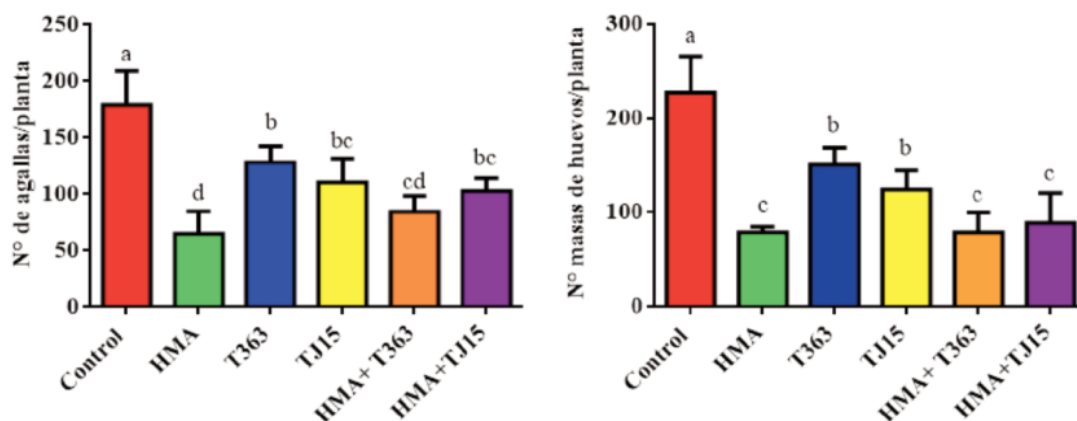
La confrontación in vitro de dos cepas de *Trichoderma* nativas de la provincia de Buenos Aires evidenció reducción en la eclosión de huevos de *Meloidogyne javanica* observándose entrelazado de hifas rodeando los huevos de *M. javanica*, probablemente teniendo unos efectos antagónicos directos de micoparasitismo.

La pre-inoculación de tomate simple o combinada con HMA y *Trichoderma* resultó en reducción del número de agallas y masas de huevos; además la

**Imagen 2** | Huevos de *M. javanica* (flechas rojas) rodeados por hifas de hongos *Trichoderma* (flechas azules). Confrontación in vitro. Imagen obtenida en lupa binocular (INBIOTEC).



**Figura 2** | Abundancia de agallas y masas de huevos de *M. javanica* respectivamente, en raíces de tomates, inoculadas con hongos micorrízicos arbusculares (HMA), y dos cepas de *Trichoderma* (T363 y TJ15) o co-inoculadas con ambos microorganismos (HMA+T363; HMA+TJ15). Barras con letras diferentes indican diferencias significativas del parámetro entre los tratamientos (Tukey,  $p < 0,05$ ).



inoculación simple con consorcios con HMA, como en su combinación con las cepas de *Trichoderma*, resultó en disminución en la abundancia de larvas J2 en sustrato (Figura 2).

Los resultados fueron obtenidos a través de experimentos realizados en condiciones controladas (macetas), por lo que no se llegó hasta la etapa final de crecimiento del cultivo. En este sentido, si bien no se evidenciaron efectos positivos por la inoculación con los BCA sobre el crecimiento del tomate, es probable que la reducción en la infección resulte en favorecimiento del crecimiento aéreo y fructificación del tomate.

## CONCLUSION

La pre-inoculación de plantas de tomate con hongos micorrízicos arbusculares y *Trichoderma*, reconocidos biocontroladores de enfermedades, permite la colonización de las raíces y la reducción de la infección por nematodos fitoparásitos del género *Meloidogyne* spp.

Es por ello que el biocontrol, de la enfermedad de tomate ocasionada por *Meloidogyne*, por estos hongos puede ser una alternativa a recomendar en el marco de una agricultura sustentable.

