

# CAPÍTULO 11

## HONGOS Y BACTERIAS ANTAGONISTAS DE FITOPATÓGENOS

*Mema, V., Martín, M. y Barrera, V.*

### CONTROL BIOLÓGICO EN LA HORTICULTURA ARGENTINA

La clave de los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) se encuentra en las tácticas combinadas de control acentuando en los métodos no químicos (Katan y DeVay, 1991). Durante mucho tiempo los fitopatólogos han visto al suelo como un ambiente hostil que constituye el hábitat de los microorganismos fitopatógenos. El concepto de calidad de suelos cambia la mirada hacia el fitopatógeno como un componente de la biodiversidad del suelo, los disturbios que desestabilizan el balance entre los componentes provocan la enfermedad (Alabouvette y Steinberg, 2006).

El control de enfermedades en cultivos hortícolas de la Argentina tuvo sus inicios a mediados de la década de 1980 con los estudios de la Ing. Agr. Irma Martinengo de Mitidieri. Es interesante destacar la trayectoria de esta colega, quien fue pionera en el control biológico de enfermedades con la aplicación de cepas del género *Trichoderma* Pers. solas o en combinación con técnicas de solarización, en la Estación Experimental Agropecuaria San Pedro de INTA (Martinengo de Mitidieri, 1998; Mitidieri, 2011).

La Ingeniera Martinengo de Mitidieri y equipo trabajaron sobre una colección de 1.200 aislamientos de *Trichoderma* spp. como antagonistas en el control del “mal de los almácigos” (*damping-off*) de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y podredumbres radicales de pimiento (*Capsicum annuum* L.), *S. lycopersicum* y frutilla [*Fragaria X ananassa* (Weston) Duchesne ex Rozier]. Las aplicaciones se realizaron en suelo con formulados de vermiculita-afrecho de trigo, Czapek-Dox y granos de trigo. Las aplicaciones en plantines se realizaron por inmersión o asperjado de las suspensiones acuosas de conidios. Se comprobó la eficiencia en suelos con diferentes tratamientos como solarización, esterilización y sin disturbio. Los patógenos involucrados fueron *Pythium* Pringsh., *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn,

*Sclerotium rolfsii* Sacc., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary y *S. minor* Jagger. Como resultado de 13 años de estudios, se seleccionaron tres cepas de *Trichoderma* spp. denominadas T473, T643 y T668, las cuales fueron transferidas a la empresa Lage / Nitrasoil, como polvo mojabable (Rivera y Wright, 2014).

Martinengo de Mitidieri *et al.* (1995) realizaron las primeras pruebas de solarización en la Argentina en terrenos de producción hortícola de la EEA San Pedro. Los estudios se basaron en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en campo y en invernáculo, con tratamiento con químicos y biológicos (cepas de *Trichoderma* spp.) para controlar *Sclerotinia sclerotiorum* y *S. minor*. Si bien no se informaron las temperaturas alcanzadas al cabo de 45 días de tratamiento de solarización con polietileno se encontró que se obtuvo mayor rendimiento del cultivo y aumento del control con los métodos químico y biológico.

En el equipo de trabajo Insumos Fúngicos (IMYZA, CNIA, INTA), a cargo de la Doctora Laura Gasoni, se conformó una importante colección de microorganismos antagonistas fúngicos pertenecientes a los géneros *Trichoderma*, *Cladophium* y *Laetisaria*, parte de estas colecciones han sido caracterizadas frente a distintos patosistemas hortícolas.

En base a los resultados de los estudios llevados a cabo por grupos de investigación que comenzaron a desarrollar esta temática en la Argentina se organizó el Primer Congreso Argentino de Control Biológico de Enfermedades de las Plantas, en el año 1998 en la Ciudad de Buenos Aires, presidido por los Dres. Laura Gasoni, John Sutton y Enrique Monte Vázquez. En el evento participaron investigadores de la Argentina y países limítrofes e invitados internacionales. Fue una oportunidad para demostrar los avances en el área de las estrategias de bajo impacto ambiental para el control de enfermedades de cultivos hortícolas, entre otros, como el mal de los almácigos en *S. lycopersicum*; pudrición blanca, marchitamiento y podredumbre en raíz y cuello de *L. sativa*; podredumbre basal, raíz rosada y carbonilla en cebolla (*Allium cepa* L.).

Los patógenos estudiados fueron *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Fusarium oxysporum* Schltdl., entre otros (Rivera y Wright, 2014).

En la actualidad, la Ing. Agr. Mariel Mitidieri, de la EEA San Pedro, es considerada una referente en el estudio de las enfermedades de cultivos frutihortícolas en el país. Sus aportes en cuanto a la sanidad vegetal se basan en el estudio de la aplicación de biofumigación en cultivos de *L. sativa* y *S. lycopersicum* combinados con tecnologías de injertos (Perotto *et al.*, 2018; Malbrán *et al.*, 2014; Mitidieri, 2013; Mitidieri *et al.*, 2015).

Desde la EEA San Pedro se trabaja en el ordenamiento de la producción, la detección de problemas sanitarios y su contención, el adecuado uso de agroquímicos y la implementación de prácticas de bajo impacto ambiental para el control de enfermedades. A través de estos proyectos se detectaron inconvenientes para la adopción de modelos productivos sustentables de la producción intensiva. En particular, en lo referido al manejo de enfermedades con control biológico se detectó falta de información y acceso al conocimiento existente. Para subsanar estas problemáticas se plantearon dos proyectos que abordaron los temas desde la aplicación de tecnologías sustentables hasta el seguimiento de la producción intensiva en sistemas urbanos y periurbanos (Mitidieri, 2015).

## PATÓGENOS DE IMPORTANCIA EN PRODUCCIÓN HORTÍCOLA

El estado del arte en el conocimiento sobre las enfermedades que afectan especies hortícolas pone en evidencia la demanda por herramientas de control biológico.

Los patógenos fúngicos más estudiados asociados a estas regiones son: *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* Pers., *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Phoma terrestris* H.N. Hansen, *Alternaria* Nees, *Albugo* (Pers.) Roussel. En menor frecuencia se encuentran *Sclerotium cepivorum* Berk., *Sclerotinia minor*, *Pythium* spp., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Septoria apiicola* Speg. Entre los fitopatógenos bacterianos se han publicado trabajos sobre *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi y *Erwinia carotovora* (Jones) Bergey (Rivera y Wright, 2014).

En la Tabla 1, se detallan los patógenos informados de los principales cultivos hortícolas.

## FITOSANITARIOS REGISTRADOS PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES HORTÍCOLAS

En nuestro país la producción hortícola es predominantemente intensiva y se localiza sobre áreas urbanas o periurbanas (de Nemirovsky, 2011). Se basan principalmente en el manejo con técnicas de producción altamente demandantes de insumos químicos, pudiendo generar dichas prácticas efectos negativos sobre la salud humana, la sustentabilidad de los sistemas y el medio ambiente (Villaamil Lepori *et al.*, 2013). Para el manejo y control de las enfermedades que afectan los cultivos, los productos fitosanitarios son herramientas ampliamente utilizadas por parte de los productores con el fin de incrementar sus rendimientos (Ferrano y Rositano, 2011).

En la actualidad, existen más de 1.500 principios activos registrados y más de 50.000 productos en el mundo como fitosanitarios (Villaamil Lepori *et al.*, 2013). En la Argentina, el cultivo de *S. tuberosum* incorpora unos 27 principios activos diferentes para el manejo y control de 6 enfermedades fúngicas (tizón temprano y tardío, gangrena, fusariosis y sarna negra y plateada), continúa en orden de magnitud el tomate (*S. lycopersicum*), con 23 principios activos para 10 enfermedades fúngicas y 1 bacteriana (antracnosis, viruela, tizón temprano y tardío, oídio, moho blanco y gris, mildiú, oidiopsis, podredumbre y cancro bacteriano). Para el cultivo de *A. cepa* el número de principios activos en uso como fungicidas llega a 12, para controlar 12 patógenos causantes de las siguientes enfermedades: roya, moho, mildiú, podredumbres y manchas. En el cultivo de *L. sativa* están permitidos 9 principios utilizados para el control y prevención de 4 enfermedades ocasionadas por 7 patógenos. Por último, para el control de enfermedades en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) (tizón, marchitamiento y mal del almácigo) solo hay registrados 5 principios activos.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) fueron propuestas por el Programa Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas Sustentables (BPAs) en productos frutihortícolas en el ámbito del Ministerio de Agroindustria, Resolución 174/2018. Por medio de este Programa se proponen medidas para regular el uso de los fitosanitarios de forma racional, eficiente y responsable. Proporcionan medidas sanitarias para el almacenamiento y manipulación de los productos para evitar riesgos de la salud del usuario y la contaminación ambiental. Garantizan la

inocuidad de la producción para los consumidores que constituyen los propios productores y los mercados locales (Ferratto y Fazzzone, 2010). En el año 2018 la Secretaría de Regulación y Gestión Sanitaria (Ministerio de Salud y Desarrollo Social) y el Secretario de Alimentos y Bioeconomía (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, MAGyP) aprobaron por Resolución conjunta 5/2018 (<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/196322/20181121>) que a partir del año 2020 las BPA (CASAFA, 2015) serán obligatorias para la producción frutícola y a partir del año 2021 para la producción hortícola.

En referencia a los productos fitosanitarios biológicos existe en el mercado una importante cantidad de formulados en base a cepas de distintas especies del género *Trichoderma* para el control de enfermedades en distintos cultivos. En la Tabla 2 se muestran los productos comerciales provenientes de América Central y Sudamérica tomados de una recopilación mundial de productos elaborada por Woo *et al.* (2014). En el caso de la Argentina, se encuentran registrados dos productos como biofungicidas basados en cepas de *T. harzianum* Rifai que se comercializan para el control de fitopatógenos de cultivos extensivos como trigo (*Triticum* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merr.] y cebada (*Hordeum vulgare* L.); hasta el momento no se han registrado productos para cultivos frutihortícolas. En la Tabla 2 se incorporaron los productos que se encuentran en el mercado inscriptos en SENASA como promotores de crecimiento vegetal (Categoría Fertilizantes). Brasil es el que presenta mayor cantidad de productos en el mercado seguido por Colombia. En algunos casos se especifica como modo de acción la inducción de defensas en los cultivos mediada por los microorganismos antagonistas.

## TÁCTICA DE CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico de enfermedades de plantas puede ser abordado a través de dos tácticas: por estimulación de las poblaciones de microorganismos antagonistas de fitopatógenos nativos y mediante la introducción de cepas de agentes de control biológico de fitopatógenos seleccionadas y formuladas como biofungicidas denominado “método inundativo” (Alabouvette *et al.*, 2004). Existen numerosas tácticas de manejo de los cultivos que utilizan métodos no contaminantes como las rotaciones, solarización, biofumigación y el vermicompostaje que permiten mantener la sanidad y son fácilmente aplicables a los cultivos intensivos.

Son métodos que pueden ser adaptados para una estrategia MIP, en algunos casos permiten estimular la microflora antagonista presente en los suelos y combinarse con la aplicación de antagonistas en forma inundativa.

La técnica de solarización es un método para la desinfección del suelo mediante la elevación de la temperatura de la capa superior (10 cm) por exposición solar. Este método se basa en la cobertura de las parcelas a tratar con láminas de polietileno transparente durante al menos 30 días durante la estación cálida. De esta manera se logra reducir el inóculo de los fitopatógenos presentes en el suelo (Katan, 1981).

Otra técnica aplicada como tratamiento desinfectante del suelo es la biofumigación que consiste en la incorporación de materia seca de residuos agropecuarios [brócoli *Brassica oleracea* var. *italica* Plenck), colza (*Brassica napus* L.), sorgo (*Sorghum* Moench), etc.] y/o estiércol en los suelos previo a la siembra. Los residuos vegetales ricos en tejidos de *Brassica* spp. generan glucosinolatos como productos de degradación. Estos compuestos, que están presentes en las plantas, son degradados por la enzima mirosinasa en isotiocianatos que tienen efecto tóxico sobre los microorganismos del suelo como hongos, bacterias y nematodos (Morra y Kirkegaard, 2002).

Mitidieri *et al.* (2009) comprobaron el efecto producido por la combinación de los métodos de biofumigación y solarización en distintas secuencias aplicadas a parcelas experimentales de la EEA San Pedro en cultivos de *S. lycopersicum* y *L. sativa*. Se encontró que las respuestas a los tratamientos fueron variables dependiendo de los microorganismos testeados, pero se encontraron diferencias significativas en cuanto a la supervivencia de algunos patógenos [*Sclerotium rolfsii* y *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.] en los 10 cm y 35 cm de profundidad.

Se han hecho estudios sobre la combinación de tácticas incluyendo el uso de plantas injertadas sobre portainjertos que les confieren resistencia a fitopatógenos y disminuyen los daños provocados por los factores abióticos. Es el caso de la técnica de injertos de *Solanum lycopersicum* sobre *S. sisymbriifolium* Lam. en suelos biosolarizados. La biosolarización es la combinación entre la biofumigación y la solarización.

Como resultado de estos estudios se logró disminuir la podredumbre radicular en *S. lycopersicum* provocada por *Fusarium* spp. (Mitidieri *et al.*, 2015).

Las combinaciones de enmiendas verdes con microorganismos antagonistas es otra táctica prometedora ya que permiten la proliferación de microflora antagonista mejorando su rendimiento (Wiggins y Kinkel, 2005). Se realizaron ensayos en cultivos extensivos de papa en Córdoba aplicando enmiendas de avena silvestre (*Avena fatua* L.) con las cepas *B. subtilis* B-235 y *T. harzianum* Th-1. Mediante la aplicación de las enmiendas verdes y los antagonistas se observó un aumento del rendimiento y la reducción de la incidencia y severidad de la sarna de la papa (Yossen *et al.*, 2011).

El vermicompostaje, consiste en la aplicación de residuos orgánicos generados por lombrices, entre las cuales, la especie más utilizada es *Eisenia foetida* Savigny, pero incluyen además, a *E. andrei* Bouché y *Eudrilus eugeniae* Kinberg. El proceso, que ocurre con la participación de la microflora intestinal de las lombrices, genera cambios en la estructura del suelo y hace biodisponibles nutrientes para las plantas; también se ha observado que provoca reducción de la incidencia y severidad de las enfermedades (Rivera y Wright, 2009). Se llevaron a cabo estudios de eficiencia de control de enfermedades con vermicompuesto bajo distintas temperaturas y dosajes en el patosistema *C. maxima* - *Rhizoctonia solani* donde se reportó que cuando el sustrato utilizado estaba compuesto por el 100 % de compost no se registró muerte de plántulas (Rivera *et al.*, 2004a). En un estudio sobre un vermicompuesto de estiércol de vaca y caballo y basidiocarpos de *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, utilizado como sustrato, se observó que con un mínimo del 25 % de compost aplicado al sustrato se obtuvieron respuestas de plantas sanas similares al suelo no infectado con *R. solani* (Rivera *et al.*, 2004b).

## **EXPERIENCIAS DE APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS ANTAGONISTAS EN CULTIVOS HORTÍCOLAS EN LA ARGENTINA**

En el presente relevamiento de bibliografía de la Argentina se encontró que hay una mayor tendencia de investigaciones científicas en el cultivo hortícola *S. lycopersicum*. Los cultivos que le siguen son *L. sativa*, *S. melongena*, *A. cepa* y endivia (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*). La mayoría de los trabajos en *S. lycopersicum* fueron realizados en la provincia de Buenos Aires donde se



observó el control biológico de las principales enfermedades cuyos agentes patógenos corresponden, de acuerdo a la frecuencia de trabajos publicados, a *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* y *Pseudomonas syringae* van Hall. Se aplicaron agentes antagonistas fúngicos como *Epicoccum nigrum* Link, *T. harzianum*, *Rhodotorula rubra* (Demme) Lodder, *Candida pelliculosa* Redaelli; y bacterianos, *Pseudomonas veronii* (Schroeter) Migula, *Pseudomonas rhodesiae* Coroler, *Bacillus amyloliquefaciens* (ex Fukumoto) Priest emend. Wang/ *Bacillus velezensis* Ruiz-García (= *Bacillus methylotrophicus*) y *Pantoea eucalypti* Brady (Mónaco *et al.*, 2009; Dal Bello *et al.*, 2008; 2015; Romero *et al.*, 2016; Bader *et al.*, 2019).

Todos los trabajos en *S. lycopersicum* presentaron una selección *in vitro* de los antagonistas mediante ensayos duales con los que se calcularon porcentajes de Inhibición (% I). Para el biocontrol de *B. cinerea* se observaron los mayores % I con los antagonistas fúngicos miceliares *E. nigrum*, *T. harzianum* y *F. equiseti*, con valores entre 51-75 % (Mónaco *et al.*, 2009). En el caso de las levaduras antagonistas *R. rubra* y *C. pelliculosa* dieron valores entre el 30-50 % (Dal Bello *et al.*, 2008). Los resultados observados con bacterias antagonistas mostraron la mayor inhibición con *B. amyloliquefaciens/ methylotrophicus* con 52,7 %, seguido por *P. veronii* y *Pseudomonas* sp. con valores de 23-25,2 % (Romero *et al.*, 2016). El mayor % I observado se obtuvo en el enfrentamiento entre *T. harzianum* y *F. oxysporum* con valores superiores al 80% (Bader *et al.*, 2019).

Entre los trabajos mencionados, una de las pruebas de biocontrol *in vivo*, del patosistema *S. lycopersicum* - *B. cinerea* se basa en la inoculación de frutos *ex planta* y la medición de las lesiones. Como parte de los resultados se seleccionó la cepa *R. rubra* 231 entre 14 aislamientos preseleccionados *in vitro* con una reducción de las lesiones del 90 %, con respecto al testigo (Dal Bello *et al.*, 2008). Mónaco *et al.* (2009) seleccionaron 5 cepas pertenecientes a *E. nigrum*, *T. harzianum* y *F. equiseti*, con porcentajes de reducción de las lesiones superiores al 90 %. Dal Bello *et al.* (2015) testearon el efecto antagonista con microorganismos (*T. harzianum* y *E. nigrum*), extractos vegetales [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britton & P. Wilson y *Allium sativum* L.] y compuestos GRAS ("Generally Recognized as Safe") (bicarbonato de sodio, cloruro de potasio, fosfato de sodio dibásico y ácido salicílico). Como resultado se encontró que *E. nigrum* y solución de cloruro de potasio (3,7 g/l) rindieron el mayor porcentaje



de reducción de la lesión en el fruto. Los tratamientos *T. harzianum*, extracto de *A. sativum* y fosfato de sodio también presentaron diferencias significativas respecto al control de *B. cinerea*. Es de destacar que la incorporación de ácido salicílico incrementó la lesión posiblemente debido a efectos fitotóxicos.

Para testear antagonistas contra *B. cinerea* y *P. syringae* se realizaron ensayos en plantas de *S. lycopersicum* de 6 semanas. Se observaron mayores porcentajes de inhibición de la necrosis causada por *B. cinerea* con las cepas *P. rhodesiae* BT2 (93 %) y *P. veronii* NT2 (89 %) a las 96 h. Se observó una disminución del número de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) de *P. syringae* mediante la infiltración con *Pseudomonas* sp. BT4 y *P. veronii* NT2 (Romero *et al.*, 2016).

Para el patosistema *S. lycopersicum* - *F. oxysporum* se trabajó sobre una colección de 19 cepas con potencial antagonista pertenecientes a las especies *T. harzianum*, *T. gamsii* Samuels & Druzhin. y *T. brevicompactum* G.F. Kraus, C.P. Kubicek & W. Gams. Como resultado de la preselección se trabajó con semillas pildorizadas con 4 cepas de *T. harzianum* (denominadas FCCT 16, FCCT 58, FCCT 199-2 y FCCT 363-2). Se observó que la cepa que presentó mayor rendimiento fue *T. harzianum* 363-2 reduciendo la enfermedad entre un 10-30 % (Bader *et al.*, 2019).

A partir de todos estos trabajos descriptos para *S. lycopersicum* es importante tener en cuenta la variedad de alternativas existentes para reducir el uso de agroquímicos. Algunos de los autores proponen la utilización de tácticas combinadas para reducir el impacto de las enfermedades. Es importante resaltar que aun habiendo cepas seleccionadas para el control de numerosos fitopatógenos de *S. lycopersicum* falta el soporte de resultados publicados con la experimentación en condiciones de campo.

Martin (2019) evaluó la actividad de 17 cepas de *Cladorrhinum* (*C. australe* Gasoni, *C. foecundissimum* Sacc. & Marchal y *C. samala* Udagawa & T. Muroi) como antagonistas de los hongos fitopatógenos: *Fusarium graminearum* Schwabe, *F. oxysporum*, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker y *Pythium rostratum* E. J. Butler. Se observó que la cepa con mejor rango de acción correspondió a *C. samala* INTA-AR7. Este comportamiento fue testado en el patosistema *F. oxysporum* - *S. lycopersicum* en el cual se observó una tendencia de *C. samala* INTA-AR 7 a reducir la incidencia del patógeno.

En *L. sativa* se reportó un trabajo realizado con extractos acuosos y etéreos de *Nostoc muscorum* C. Agardh para el control del patosistema *L. sativa* – *S. sclerotiorum*. Estos estudios mostraron que los extractos etéreos retrasaron la aparición de los síntomas a los 8 días con más del 27 % de plantas caídas comparadas con el testigo. No se encontraron diferencias significativas con la aplicación de extractos acuosos (Tassara *et al.*, 2001).

Mediante ensayos realizados sobre parcelas cultivadas con *L. sativa*, con aplicaciones de cepas antagonistas y PGPM, se alcanzaron mayores rendimientos del cultivo, aunque el control de la incidencia de *Rhizoctonia* sp. fue menor a los esperado. Se realizaron dos ensayos en años consecutivos (1997 y 1998), en Córdoba, con semillas peletizadas con cepas de *Bacillus pumillus* Meyer and Gottheil, *Bacillus cereus* Frankland and Frankland, *P. fluorescens* y *T. harzianum*. Se obtuvieron incrementos del peso fresco con *P. fluorescens* y *B. pumillus*, del 20 y 22 %, respectivamente. Aunque no hubo diferencias por mortandad de plantas frente a diferentes microorganismos (Gasoni *et al.*, 2001).

En el caso del cultivo de berenjena se evaluaron cepas de *Pseudomonas fluorescens* Migula y *T. harzianum* frente a *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* causantes del mal del almácigo. Los aislamientos de *P. fluorescens* fueron obtenidos a partir de suelo rizosférico de un lote de cultivo de *S. melongena* en la FAUBA (Fac. de Agronomía UBA) con síntomas de *damping-off*. Se llevaron a cabo experimentos para la selección *in vitro* con cultivos duales con 36 aislamientos de *P. fluorescens* y la cepa de *T. harzianum* Th-1, previamente seleccionada. Se realizaron ensayos en invernáculo con las cepas *P. fluorescens* P218 y *T. harzianum* Th-1 con plantines de *S. melongena* berenjena inoculados con *R. solani* y *F. solani*. Los antagonistas fueron aplicados en las semillas pildorizadas. Se evaluó la supervivencia de las plantas a los 45 días. Los resultados sobre el efecto de los antagonistas y su interacción con los patógenos no fueron significativos. Los autores (Zapata *et al.*, 2001) concluyeron que, si bien se observó el efecto antagonista *in vitro*, no pudo ser demostrado en los ensayos *in vivo* debido a cuestiones metodológicas.

En estudios realizados sobre un cultivo poco frecuente como la endivia (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*) se testeó una cepa de *T. harzianum* como antagonista de *S. sclerotiorum*, causante de podredumbre de raíz y cuello.

Zapata *et al.* (1997) diseñaron un ensayo que consistió de dos etapas de cultivo sucesivas, una en campo experimental y la otra en hidroponia. Los tratamientos fueron un control, uno químico consistente en la aplicación de un producto químico (Ipriodione) y uno biológico con *T. harzianum*. Se analizaron porcentaje de raíces sanas de las dos etapas y biomasa aérea sana del cultivo hidropónico. Como resultados se obtuvieron 60 % de raíces sanas con *T. harzianum* frente al 30 % del testigo (sin tratamiento) en el ensayo a campo. En los ensayos de hidroponia se estimó el 77 % de raíces sanas con *T. harzianum* frente al 39 % del testigo. Se concluye que para todas las variables el tratamiento con *T. harzianum* fue significativamente superior al testigo y que no hubo diferencias entre los tratamientos químico y biológico.

En la provincia de Río Negro se realizaron ensayos de pre y post-cosecha en cultivo de *A. cepa* utilizando cepas de *Trichoderma* spp. para observar el efecto de biocontrol frente a *Fusarium oxysporum* agente causal del mal del almácigo en este cultivo. Se trabajó con una colección de cepas de *Trichoderma* además de la cepa comercial T4 “RootShield” (T4 RS). De la colección se encontró que la cepa *Trichoderma* sp. T 14 y la cepa T4 RS fueron tolerantes a la biofumigación por *Brassica oleracea* L. En el Bioensayo I se destacó la cepa *T. koningiopsis* Samuels, C. Suárez & H.C. Evans T13 por el mayor porcentaje de germinación de plantas del 61 %. En el Bioensayo II la cepa T13 no superó a la cepa de referencia T4 RS en la reducción de la enfermedad (Sánchez *et al.*, 2015).

Se trabajó con muestras de suelo de un sistema de rotaciones de 15 años con parcelas testigo con monocultivo de *A. cepa* en la EEA Hilario Ascasubi. Los tratamientos consistieron en cultivos combinados de Agropiro (*Agropyron* Gaertn.), vicia (*Vicia villosa* Roth), Festuca (*Festuca* L.), *C. maxima*, trigo (*Triticum* sp.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.). Se analizó la micoflora presente en las parcelas muestreadas (antagonistas y fitopatógenos) durante 5 años de rotaciones. Se realizaron aislamientos de hongos de suelo asociados a los tratamientos, mediante ensayos *in vitro* (diluciones seriadas y trampas de glomérulos de acelga). A partir de estos estudios se encontró que los aislamientos de los hongos antagonistas *Cladorrhinum* spp. y *Laetisaria* spp. estaban distribuidos en forma heterogénea en las parcelas, en cambio los aislamientos de *Trichoderma* spp. se distribuyeron en forma más homogénea.

Los aislamientos de *Laetisaria* spp. fueron obtenidos más frecuentemente asociados a suelos cultivados con *Vicia villosa* (abono verde), mientras que los de *Cladorrhinum* spp. fueron aislados con mayor frecuencia en parcelas con rotaciones de *A. cepa* y vicia. Por el contrario, aunque los aislamientos de *Trichoderma* spp. fueron detectados en todos los tratamientos, se encontraron con menor frecuencia en suelos con rotaciones de *A. cepa* y vicia. Las parcelas con 15 años de monocultivo mostraron mayor frecuencia de *Fusarium oxysporum*; otros hongos fitopatógenos detectados fueron: *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium cepivorum* (Barrera *et al.*, 2010; Andreotti *et al.*, 2012; Rojo *et al.*, 2013).

En un estudio de tres años consecutivos en cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) a campo con infecciones artificiales provocadas por *R. solani* y *Fusarium* sp. en Córdoba, se evaluó la combinación de solarización con aplicación de microorganismos antagonistas (*T. harzianum* Th-1 y *B. subtilis* B-96, B-235, y B-238). Debido a causas meteorológicas el mejor efecto de solarización se obtuvo en el primer año de ensayos. Se encontró que con la solarización se incrementó el rendimiento del cultivo del 25 al 95 % y la incidencia de la enfermedad fue reducida en un 53 %. El mejor efecto se observó en los tratamientos de los agentes de biocontrol *B. subtilis* B-235 y *T. harzianum* Th-1 (Gasoni *et al.*, 2008).

En otro estudio en parcelas experimentales de cultivo extensivo de papa en Córdoba, para el control de la sarna de la papa provocada por *Streptomyces scabiei* Lambert & Loria, se incorporaron métodos de enmiendas verdes con avena silvestre (*Avena fatua*) combinados con microorganismos antagonistas: *B. subtilis* B-235 y *T. harzianum* Th-1. Se demostró que individualmente los tres tratamientos disminuyeron los porcentajes de incidencia y severidad de sarna de la papa, siendo el más efectivo la combinación de enmienda verde con la cepa *B. subtilis* B-235 (Yossen *et al.*, 2011).

## CONSIDERACIONES A FUTURO

La agricultura urbana y periurbana integra actividades como la horticultura y la silvicultura, requiriendo la disminución del uso de agroquímicos y su reemplazo por tecnologías de bajo impacto ambiental (FAO/WB, 2008).

En las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para cultivos intensivos se menciona la oportunidad de establecer el MIP para evitar o disminuir el uso de agroquímicos. En lo que respecta al manejo de enfermedades no se manifiesta acerca del uso o la estimulación de los microorganismos con capacidad antagonista ([www.redbpa.org.ar](http://www.redbpa.org.ar)). Sería deseable que se recomiende la alternativa de uso de estas herramientas dentro de un programa MIP para disminuir las aplicaciones de fitosanitarios ya que, en el caso de cultivos intensivos, la mayoría de los usuarios comprenden a aquellos que se dedican a la agricultura urbana y periurbana.

Se deberá tener en cuenta que el déficit nutricional que sufren los suelos por la intensificación de la producción agrícola ha generado un desequilibrio en las poblaciones microbianas que se potencia por la interacción con los estreses bióticos y abióticos que favorecen la susceptibilidad de las plantas a enfermedades. Las herramientas de control biológico de fitopatógenos disminuyen las poblaciones de estos microorganismos en los suelos, pero no los eliminan. Esta condición la diferencia del control químico y es indispensable que los usuarios la consideren al momento de adoptarla. Debido a que tiene como requerimiento el conocimiento del comportamiento del antagonista se deberá tener en cuenta la biología de estos microorganismos para mantener su eficiencia en distintas condiciones ambientales o agroecológicas. Las características culturales permiten desarrollar formulaciones que mantengan la viabilidad y recuento durante el transporte y almacenamiento.

A pesar de los progresos que se han conseguido en el campo de los biofungicidas y estrategias de biocontrol, la aplicación de productos biológicos en estrategias de manejo sustentable de cultivos aún es reducida.

El INTA, a través de convenios de vinculación tecnológica, ha contribuido con algunas empresas nacionales, en la investigación y el desarrollo de productos biológicos en base a cepas nativas, existen registros terminados, y en proceso, de formulaciones con cepas de *T. harzianum*, *Trichoderma viride* Pers., *B. subtilis* y *P. fluorescens*, seleccionadas por sus propiedades para controlar fitopatógenos.

La institución participa en foros de discusión sobre desarrollo y registro de agentes de control biológico, organizados por la Dirección Nacional de Programas de Desarrollo Regional dependientes del MAGyP, que tiene por objetivo promover la utilización de bioinsumos entre los productores agropecuarios. Asimismo, a través de distintos programas nacionales se han incentivado las investigaciones sobre el efecto de distintas prácticas agrícolas (rotaciones, labranzas, control químico, etc.) en las poblaciones de microorganismos antagonistas, llevadas a cabo en distintos cultivos (soja, maíz, papa, cebolla, etc.) y la promoción del uso de bioinsumos (Lecuona, 2018).

## CONCLUSIONES

En la actualidad, debido a la contaminación creciente de los recursos naturales por el uso indebido de los agroquímicos se ha generado una demanda por parte de los consumidores para obtener productos hortícolas más saludables. Esta demanda es considerada a través de la implementación de programas de manejo, con la integración de diferentes tácticas basadas en la minimización del uso de productos químicos, la aplicación de microorganismos benéficos, la incorporación o uso de extractos vegetales, compost y prácticas de biofumigación y solarización para el manejo de los cultivos. Se deberá profundizar en la difusión de los conocimientos sobre estas alternativas entre los investigadores de la región. Iniciativas como los repositorios de fitopatógenos presentes en distintas instituciones permiten promover la interacción de las capacidades científicas de los grupos de investigación en Fitopatología y disciplinas afines. Se requieren bases de datos a nivel nacional que permitan planificar y monitorear programas de manejo integrado de enfermedades de plantas con el uso de herramientas de bajo impacto ambiental. En la Argentina existe una amplia variedad de agroquímicos desarrollados para el control de enfermedades hortícolas y, hasta el momento, no hay productos con capacidad biofungicida registrados, esto indica una necesidad que deberá ser atendida en el mediano plazo.

**Tabla 1.** Lista de patógenos de los principales cultivos hortícolas de la Argentina.

CULTIVO (HOSPEDANTES)	ENFERMEDAD	PATÓGENOS
<b>ACELGA (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>)</b>	Podredumbre basal	<i>Sclerotium rolfsii</i>
<b>AJO (<i>Allium sativum</i>)</b>	Podredumbre blanca	<i>Sclerotium cepivorum</i>
	Podredumbre basal	<i>Fusarium</i> spp.
	Podredumbre basal	<i>Rhizoctonia solani</i>
<b>BERENJENA (<i>Solanum melongena</i>)</b>	Mal de los almácigos	<i>Pythium, Rhizoctonia</i>
		<i>Fusarium, Phytophthora</i>
	Podredumbre basal	<i>Fusarium solani</i>
<b>CEBOLLA (<i>Allium cepa</i>)</b>	Podredumbre basal	<i>Fusarium oxysporum</i>
	Podredumbre blanca	<i>Sclerotium cepivorum</i>
	Raíz rosada	<i>Phoma terrestris</i>
	Podredumbre basal	<i>Rhizoctonia solani</i>
<b>LECHUGA (<i>Lactuca sativa</i>)</b>	Mal de los almácigos	<i>Sclerotium rolfsii</i>
	Podredumbre blanca	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
	Podredumbre blanca	<i>Sclerotinia minor</i>
	Podrición basal	<i>Rhizoctonia solani</i>
<b>PAPA (<i>Solanum tuberosum</i>)</b>	Fusariosis	<i>Fusarium</i> spp.
	Sarna negra	<i>Rhizoctonia solani</i>
<b>PIMIENTO (<i>Capsicum annuum</i>)</b>	Oidiopsis	<i>Leveillula taurica</i>

continúa en la página siguiente



CULTIVO (HOSPEDANTES)	ENFERMEDAD	PATÓGENOS
POROTO ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	Podredumbre radical	<i>Fusarium</i> spp.
	Podredumbre húmeda	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
		<i>Sclerotium rolfsii</i>
	Pudrición basal	<i>Rhizoctonia solani</i>
TOMATE ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	Mal de los almácigos	<i>Rhizoctonia solani</i>
	Marchitamiento vascular	<i>Fusarium oxysporum</i>
	Pudrición gris	<i>Botritis cinerea</i>
	Marchitez bacteriana	<i>Ralstonia solanacearum</i>
	Cancro bacteriano	<i>Clavibacter michiganensis</i>
	Podredumbre blanca	<i>Sclerotinia</i> spp.
	Tizón temprano	<i>Alternaria alternata</i>

**Tabla 2.** Productos comerciales en base a especies de *Trichoderma* spp. de países de América del Sur y Central, basado en Woo *et al.* (2014).

PAÍS	PRODUCTO	CEPA	CULTIVO	PATÓGENOS	EFFECTO	FORMULADO
ARGENTINA	Biagro TL *	<i>Trichoderma</i> spp.	no especifica	Hongos fitopatógenos	F	LÍQUIDO
	RIZODERMA	<i>T. harzianum</i>	trigo y cebada	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>Dreschlera tritici-repentis</i> , <i>Bipolaris sorokiniana</i>	F	LÍQUIDO
	HULK GREEN	<i>T. harzianum</i>	no especifica		F	LÍQUIDO
	NOCTIN TRICHO	<i>Trichoderma</i> spp.	no especifica		PGPF	SÓLIDO
	OMNIPGPF	<i>Trichoderma</i> spp.	no especifica		PGPF	LÍQUIDO
	TIFI (ESPAÑA)	<i>Trichoderma</i> spp.	no especifica		PGPF	POLVO MOJABLE
	TRICHO-DWP	<i>Trichoderma</i> spp.	no especifica		PGPF	POLVO FACULTATIVO
	<i>Trichoderma</i> SAN PABLO L	<i>T. viride</i>	no especifica		PGPF	LÍQUIDO
	<i>Trichoderma</i> SAN PABLO S	<i>T. viride</i>	no especifica		PGPF	POLVO MOJABLE
BOLIVIA	TRICHOTRAP	<i>T. harzianum</i>	no especifica		PGPF	SÓLIDO
	TRICODAMP	<i>Trichoderma</i> spp.	diversos cultivos	<i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Sclerotium</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Phytophthora</i>	F	TRATAMIENTO DE SEMILLAS
BRASIL	Agrotrich y Agrotrich Plus	<i>Trichoderma</i> spp. (6 cepas)	papa, tomate	<i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Phomopsis</i> y <i>Rosellinia</i>	F	POLVO MOJABLE
	Biotrich	<i>T. viride</i> (1 cepa) y <i>T. harzianum</i> (3 cepas)	diversos cultivos	<i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Phomopsis</i> y <i>Rosellinia</i>	F	POLVO MOJABLE

continúa en la página siguiente

PAÍS	PRODUCTO	CEPA	CULTIVO	PATÓGENOS	EFFECTO	FORMULADO
BRASIL	Ecotrich ES	<i>T. harzianum</i>	lechuga, papa, cebolla, poroto, zanahoria, repollo, tomate	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia</i> y <i>Pythium</i>	F	LÍQUIDO/ TRATAMIENTO DE SEMILLAS
	ICB Nutrisolo SC y WP	<i>T. viride</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> , <i>Trichoderma</i> spp.	diversos cultivos	<i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i>	F	POLVO MOJABLE
	Quality WG	<i>T. asperellum</i>	poroto	fitopatógenos del suelo	F	GRANULOS
	Trichodel	<i>Trichoderma</i> spp.	cultivos hortícolas	<i>Botrytis</i> , <i>Plasmopara</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Colletotrichum</i> , <i>Botryospaheria</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Pythium</i>	F	POLVO MOJABLE/ LÍQUIDO
	<i>Trichodermax</i> EC	<i>T. asperellum</i>	no especifica	<i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Monilinia</i>	F/ ISR	EMULSIÓN
	Trichodermil	<i>T. harzianum</i> cepas ESALQ-1306, ESALQ-1303	poroto	<i>Fusarium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Phytophthora infestans</i>	F	POLVO MOJABLE/ TRATAMIENTO DE SEMILLAS
	Trichonat	<i>Trichoderma</i> spp.	no especifica	<i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Phytophthora</i> , etc.	F	POLVO MOJABLE/ TRATAMIENTO DE SEMILLAS
	Trichoplus JCO	<i>Trichoderma</i> spp., <i>T. harzianum</i>	no especifica	<i>Fusarium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Macrophomina</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , etc.	F	POLVO MOJABLE/ TRATAMIENTO DE SEMILLAS/ GRANULOS

continúa en la página siguiente

PAÍS	PRODUCTO	CEPA	CULTIVO	PATÓGENOS	EFFECTO	FORMULADO
BRASIL	Tricovab	<i>T. PGPFromaticum</i> 3550	Producción orgánica	<i>Moniliophthora perniciosa</i>	F	POLVO MOJABLE
	Trichoteam	<i>Trichoderma</i> spp.	no especifica	<i>Crinipellis</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Colletotrichum</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Verticillium dahliae</i> , <i>Plasmopara viticola</i> , etc.	F/ PGPF	no especifica
CHILE	Bio Traz	<i>T. harzianum</i> y <i>T. virens</i>	no especifica	<i>Botrytis</i> , <i>Monilinia</i>	F/ PGPF	POLVO MOJABLE
	Biorend T	<i>T. harzianum</i> y quitosano	inductor de defensas	<i>Fusarium</i> , <i>Cylindrocarpon</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Verticillium</i>	ISR	POLVO MOJABLE
	Trichonativa	<i>T. harzianum</i> , <i>T. virens</i> y <i>T. parceramosum</i>	cultivos hortícolas	<i>Fusarium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Venturia</i> , <i>Armillaria</i>	F	POLVO MOJABLE
COLOMBIA	Agroguard WG	<i>T. harzianum</i> DSM 14944	diversos cultivos	<i>Sclerotinia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Phoma</i> , <i>Sclerotium</i>	F	GRANULOS
	Antagon WP	<i>T. harzianum</i>	papa, cebolla	<i>Fusarium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Sclerotium</i> , <i>Rosellinia</i> , <i>Ceratocystis</i>	F/ PGPF	POLVO MOJABLE
	Fitotripen WP	<i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. viride</i>	diversos cultivos	<i>Fusarium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Mycosphaerella</i>	F	POLVO MOJABLE
	Foliguard	<i>T. harzianum</i> DSM 14944	diversos cultivos	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Sphaerotheca pannosa</i> , <i>Oidium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Cladosporium</i>	F	LÍQUIDO

continúa en la página siguiente

PAÍS	PRODUCTO	CEPA	CULTIVO	PATÓGENOS	EFFECTO	FORMULADO
COLOMBIA	Trichobiol WP	<i>T. harzianum</i>	no especifica	<i>Fusarium, Pythium, Rhizoctonia, Phytophthora, Botrytis, Colletotrichum</i>	F/ PGPF/ ISR/ NEM	POLVO MOJABLE
	Trichodermus WP	<i>T. harzianum</i>	no especifica	no especifica	F	POLVO MOJABLE
	Trichogen	<i>T. lignorum</i>	no especifica	Fitopatógenos del suelo	F	POLVO MOJABLE
	Trichol	<i>Trichoderma</i> spp.	no especifica	Fitopatógenos del suelo	F	POLVO MOJABLE
	Trifisol	<i>T. viride</i> 2684	no especifica	Nematodos	NEM	POLVO MOJABLE
HONDURAS/COLOMBIA	Trichozam	<i>Trichoderma</i> spp.	cultivos hortícolas	<i>Fusarium, Pythium, Rhizoctonia, Phytophthora</i>	F	SÓLIDO, LÍQUIDO
	Mycobac WP	<i>T. lignorum</i>	diversos cultivos	<i>Fusarium, Sclerotinia, Pythium, Rhizoctonia, Botrytis, Rosellinia, Armillaria, Alternaria, Sclerotium, y nematodos</i>	F/ NEM	no especifica
COLOMBIA/ECUADOR	BioFungo WP	<i>T. harzianum</i> ATCC 52443	no especifica	<i>Botrytis cinerea</i>	F	POLVO MOJABLE
COLOMBIA, ECUADOR, PANAMÁ, PERÚ, CHILE	Tricho D WP	<i>T. harzianum</i> T-22 (ATCC 20847)	cultivos hortícolas	<i>Fusarium, Sclerotinia, Pythium, Rhizoctonia, Botrytis, Sclerotium, Rosellinia, Armillaria</i>	F	POLVO MOJABLE
COSTA RICA	Bioprotection TR	<i>T. asperellum</i>	no especifica	<i>Pythium, Rhizoctonia, Phytophthora, Botrytis, Colletotrichum, Fusarium</i>	F/ PGPF/ ISR	POLVO MOJABLE, SÓLIDO, LÍQUIDO
CUBA	Trichosav-34	<i>T. harzianum</i> A-34	cultivos hortícolas	<i>Pythium aphanidermatum, Rhizoctonia solani, Phytophthora parasitica, P. capsici, Sclerotium rolfsii, Fusarium</i>	F	SÓLIDO, LÍQUIDO
MÉXICO	Bactiva	<i>Trichoderma</i> spp. + <i>Bacillus subtilis</i>	no especifica	no especifica	F/ PGPF	POLVO MOJABLE

continúa en la página siguiente

PAÍS	PRODUCTO	CEPA	CULTIVO	PATÓGENOS	EFEECTO	FORMULADO
MÉXICO	Bioben	no específica	Producción orgánica	<i>Pythium, Rhizoctonia, Phytophthora, Sclerotinia, Sclerotium, Fusarium, Verticillium</i>	F	POLVO MOJABLE
	NatuControl	<i>T. harzianum</i>	Producción orgánica	Fitopatógenos de raíz, <i>Phytophthora, Fusarium</i>	F/ PGPF/ ISR	POLVO MOJABLE
	PHC T-22, PHC PlanterBox	<i>T. harzianum</i> T-22 (KRL-AG2)	cultivos hortícolas y producción orgánica	Enfermedades de raíz, <i>Fusarium, Pythium, Rhizoctonia, Thielaviopsis</i> y <i>Cylindrocladium</i>	F/ PGPF/ ISR	POLVO MOJABLE, GRANULOS
PERÚ	<i>Trichomax</i>	<i>Trichoderma</i> spp.	diversos cultivos	<i>Pythium, Rhizoctonia, Phytophthora, Sclerotinia, Fusarium, Verticillium, Botrytis, Oidium</i> , etc.	F	POLVO MOJABLE
VENEZUELA	Natibiol	<i>T. harzianum</i>	diversos cultivos	<i>Rhizoctonia</i> spp.	F	no específica
URUGUAY	Trichosoil	<i>T. harzianum</i>	Fitopatógenos de raíz	<i>Fusarium, Sclerotinia, Pythium</i>	F	no específica

\* No se encuentra en el listado de SENASA.

Referencias de siglas: F: fungicida, PGPF: hongos promotores de crecimiento vegetal ("*Plant Growth Promoting Fungi*"), ISR: relacionados con la inducción de resistencia sistémica ("*Induced Systemic Resistance*"), NEM: nematocidas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alabouvette, C. & Steinberg, C. (2006). The soil as a reservoir for antagonists to plant diseases. *In*: Eilenberg, J. & Hokkanen, H.M.T. (Eds.). *An ecological and societal approach to biological control* (pp. 123-144). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Alabouvette, C., Backhouse, D., Steinberg, C., Donovan, N.J., Edel-Hermann, V. & Burgess, L.W. (2004). Microbial diversity in soil—effects on crop health. *In*: Schjønning, P. Elmholt, S. & Christensen, B.T. (Eds.). *Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture* (pp. 121-138). London, UK: CABI Publishing.
- Andreotti, M., Rojo, R., López, N., Beribe, M.J., Agamennoni, R., Baffoni, P., Gasoni, L., Martínez, M.C. & Barrera, V. (2012). Efecto de las rotaciones en cultivo de cebolla sobre la presencia de *Fusarium oxysporum* y hongos antagonistas. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Póster de los Funes, San Luis, Argentina.
- Bader, A.N., Salerno, G.L., Covacevich, F. & Consolo, V.F. (2019). Native *Trichoderma harzianum* strains from Argentina produce indole-3 acetic acid and phosphorus solubilization, promote growth and control wilt disease on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of King Saud University – Science*, en prensa.
- Barrera, V.A., López, N., Rojo, R., Agamennoni, R., Chiessa, G. & Martínez, M.C. (2010). Caracterización de abundancia y diversidad de hongos en suelos cultivados sometidos a distintos esquemas de rotaciones. XII Congreso Argentino de Microbiología - I Congreso de Microbiología Agrícola y Ambiental, CABA, Buenos Aires, Argentina.
- CASAFE. (2015). Buenas Prácticas Agrícolas: Directivas y requisitos para cultivos intensivos. BPA Red de Buenas Prácticas Agrícolas. <https://www.casafe.org/pdf/2016/BUENAS-PRACTICAS-AGRICOLAS/Cultivos-Intensivos.pdf>
- Castro, A. (2019). Guía didáctica: Horticultura argentina. Curso de Horticultura y Floricultura. FCAyF, UNLP. Recuperado de <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/course/view.php?id=136>
- Dal Bello, G., Lampugnani, G., Abramoff, C., Fusé, C. & Perelló A. (2015). Postharvest control of *Botrytis* gray mould in tomato by antagonists and biorational compounds. *Integrated Protection of Stored Products*, 111, 417-425.
- Dal Bello, G., Mónaco, C.I., Rollán, M.C., Lampugnani, G., Arteta, N., Abramoff, C., Ronco, L. & Stocco, M. (2008). Biocontrol of postharvest grey mould on tomato by yeasts. *Journal of Phytopathology*, 56, 257-263.
- de Nemirovsky, A.S. (2011). *Globalización y Agricultura Periurbana en la Argentina. Escenarios, recorridos y problemas* (Tesis de Maestría). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Buenos Aires, Argentina.
- FAOWB. (2008). Urban agriculture for sustainable poverty alleviation and food security, Rome. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/FCIT/PDF/UPA\\_-WBpaper-Final\\_October\\_2008.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/FCIT/PDF/UPA_-WBpaper-Final_October_2008.pdf)
- Ferrano, D.O. & Rositano, F. (2011). Conocimiento e insumos en la agricultura moderna. *Ciencia hoy*, 21(122), 17-22.



- Ferratto, J.A. & Fazzone, M.R. (Eds.). (2010). *Buenas Prácticas para la Agricultura Familiar: Cadena de las principales hortalizas de hojas en Argentina* (N°. Q02/5). CABA, Argentina: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i1600s/i1600s.pdf>
- Gasoni, L., Cozzi, J., Kobayashi, K., Yossen, V., Zumelzu, G., Babbitt, S. & Kahn, N. (2001). Yield response of lettuce and potato to bacterial and fungal inoculants under field conditions in Córdoba (Argentina). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 108(5), 530-535.
- Gasoni, L., Kahn, N., Yossen, V., Cozzi, J., Kobayashi, K., Babbitt, S., Barrera, V. & Zumelzú, G. (2008). Effect of soil solarization and biocontrol agents on plant stand and yield on table beet in Cordoba (Argentina). *Crop protection*, 27(3-5), 337-342.
- Katan, J. & DeVay, J.E. (Eds.). (1991). *Soil solarization*. 267 p. Boca Ratón, EEUU: CRC Press.
- Katan, J. (1981). Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annual review of Phytopathology*, 19(1), 211-236.
- Lecuona, R. (2018). Cuando los bioinsumos vienen marchando. Columna en Revista RIA. Recuperado de <http://ria.inta.gob.ar/contenido/cuando-los-bioinsumos-vienen-marchando>.
- Malbrán, I., Mourellos, C.A., Mitidieri, M.S., Ronco, B.L. & Lori, G.A. (2014). *Fusarium* wilt of lettuce caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* in Argentina. *Plant Disease*, 98(9), 1281.
- Martin, M. (2019). Aplicaciones biotecnológicas de aislamientos del hongo *Cladorrhinum* spp. en el control de fitopatógenos y en la promoción del crecimiento vegetal (Tesis Doctoral). FFyB, UBA. Buenos Aires, Argentina.
- Martinengo de Mitidieri, I.Z. (1998). Trece años de estudio sobre control biológico de hongos patógenos del suelo con *Trichoderma* spp. pp. 17. 1º Congreso Argentino de Control Biológico de Enfermedades de las Plantas. Buenos Aires, Argentina.
- Martinengo, I.Z., Mitidieri, A., Francescangeli, N., Constantino, A. & Amma, A.T. (1995). Seminario Solarización del Suelo. EEA San Pedro, INTA. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12123/4851>.
- Mitidieri, M. (2011). Irma Martinengo de Mitidieri, pionera en experiencias en fitopatología. Informe Frutihortícola 1 de junio. Recuperado de [http://infofrut.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1344:irma-martinengo-de-mitidieri-pionera-en-experiencias-en-fitopatologia&catid=92:sanidad](http://infofrut.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1344:irma-martinengo-de-mitidieri-pionera-en-experiencias-en-fitopatologia&catid=92:sanidad)
- Mitidieri, M. (2013). La biofumigación y el uso de portainjertos resistentes hacen posible el manejo sostenible de patógenos de suelo en cultivos hortícolas. En: Mitidieri, M. & Francescangeli, N. (Eds.), *Sanidad en Cultivos Intensivos. Módulo 2: Tomate y pimiento. Cómo mantener la sanidad de manera responsable*. (pp. 8). Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA.
- Mitidieri, M. (2015). Programa Nacional Hortalizas, Flores y Aromáticas. Plan de Gestión Integrador PNHFA 1106081. Contribución al desarrollo territorial de las producciones intensivas. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-plan\\_de\\_gestin\\_pnhfa\\_1106081.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-plan_de_gestin_pnhfa_1106081.pdf).
- Mitidieri, M., Brambilla, V., Saliva, V., Piris, E., Piris, M., Celié, R., Pereyra, C., Del Pardo, K., Chaves, E. & González, J. (2009). Efecto de distintas secuencias de tratamientos de biofumigación sobre parámetros físicoquímicos y biológicos del suelo, el rendimiento y la salinidad de cultivos de tomate y lechuga bajo cubierta. *Horticultura Argentina*, 28(67), 5-17.

- Mitidieri, M.S., Piris, E.B., Brambilla, M.V., Barbieri, M.O., Cap, G.B., González, J. & Paunero, I.E. (2015). Evaluación de parámetros de rendimiento y sanidad de dos híbridos comerciales de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertados sobre *Solanum sisymbriifolium* (Lam.), en un invernadero con suelo biosolarizado. *Horticultura Argentina*, 34(84), 5-17.
- Mónaco, C., Dal Bello, G., Rollán, M.C., Ronco, L., Lampugnani, G., Arteta, N., Abramoff, C. & Aprea, A. (2009). Biological control of *Botrytis cinerea* on tomato using naturally occurring fungal antagonists. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 42, 729-737.
- Morra, M.J. & Kirkegaard, J.A. (2002). Isothiocyanate release from soil-incorporated *Brassica* tissues. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(11), 1683-1690.
- Perotto, M.C., Pozzi, E.A., Celli, M.G., Luciani, C.E., Mitidieri, M.S. & Conci, V.C. (2018). Identification and characterization of a new potyvirus infecting cucurbits. *Archives of virology*, 163(3), 719-724.
- Rivera, M. & Wright, E. (2014). Control biológico de enfermedades de plantas en Argentina. En: Bettiol, W., Rivera, M.C., Mondino, P., Montealegre, J.R. & Colmenarez, Y. (Eds.), *Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe*. (pp. 9-82). Brasilia, Brasil: Embrapa Meio Ambiente-Livro científico (ALICE).
- Rivera, M.C. & Wright, E.R. (2009). Research on vermicompost as plant growth promoter and disease suppressive substrate in Latin America. *Vermitechnology I. Dynamic Soil, Dynamic Plant*, 3, 32-40.
- Rivera, M.C., Wright, E.R., López, M.V. & Fabrizio, M.C. (2004a). Temperature and dosage dependent suppression of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* in vermicompost amended nurseries of white pumpkin. *Phyton*, 53, 131-136.
- Rivera, M.C., Wright, E.R., López, M.V., Garda, D. & Barragüé, M.Y. (2004b). Promotion of growth and control of damping-off (*Rhizoctonia solani*) of greenhouse tomatoes amended with vermicompost. *Phyton*, 53, 229-235.
- Rojo, R., López, N., Andreotti, M., Baffoni, P., Agamennoni, R., Gasoni, L., Barrera, V.A. & Martínez, M.C. (2013). Relación entre la distribución en el suelo de *Fusarium oxysporum* y hongos potencialmente biocontroladores en la combinación de rotaciones de cultivo de cebolla. XIII Congreso Argentino de Microbiología, CABA, Buenos Aires, Argentina.
- Romero, F.M., Marina, M. & Pieckenstain, F.L. (2016). Novel components of leaf bacterial communities of field-grown tomato plants and their potential for plant growth promotion and biocontrol of tomato diseases. *Research in Microbiology*, 167, 222-233.
- Sánchez, A.D., Barrera, V., Reybet, G.E. & Sosa, M.C. (2015). Biocontrol con *Trichoderma* spp. de *Fusarium oxysporum* causal del "mal de almácigos" en pre y post emergencia en cebolla. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata*, 114(1), 61-70.
- Tassara, C.A., Lopez, M.V. & Wright, E.R. (2001). Efectos de extractos de una cianofita (*Nostoc muscorum*) sobre *Sclerotinia sclerotiorum* en plántulas de lechuga. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires*, 21, 1-4.
- Villaamil Lepori, E., Bovi Mitre, G. & Nassetta, M. (2013). Situación actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29, 25-43.
- Wiggins B.E. & Kinkel, L.L. (2005). Green manures and crop sequences influence potato diseases and pathogen inhibitory activity of indigenous streptomycetes. *Phytopathology*, 95, 178-185.

- Woo, S.L., Ruocco, M., Vinale, F., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N., Pascale A., Lanzuise S., Manganiello G. & Lorito, M. (2014). *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. *The Open Mycology Journal*, 8(1), 71-126.
- Yossen, V., Rojo, R., Barrera, V., Chiessa, G., Zumelzú, G., Cozzi, J., Kobayashi, K. & Gasoni, L. (2011). Effect of green manure and biocontrol agents on potato crop in Córdoba, Argentina. *Journal of Plant Pathology*, 93(3), 713-717.
- Zapata, R., Spivak, S., Filipini, O. & Fabrizio, M.D.C. (1997). Control de la podredumbre de la endivia (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*) producida por *Sclerotinia sclerotiorum* mediante la aplicación de *Trichoderma harzianum*. *Revista Facultad Agronomía*, 17(2), 151-158.
- Zapata, R.L., Palmucci, H.E., Murray, V.B. & López, V. (2001). Ensayos para el control biológico del mal de los almácigos en berenjena con *Pseudomonas fluorescentes* y *Trichoderma harzianum*. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires*, 21(3), 207-211.