

Sanidad en cultivos intensivos 2013

Módulo 2: Tomate y pimiento. Cómo mantener la sanidad de manera responsable

Estación Experimental Agropecuaria San Pedro



Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Curso

Sanidad en cultivos intensivos 2013

Módulo 2: Tomate y pimiento. Cómo mantener la sanidad de manera responsable

**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Buenos Aires Norte
Estación Experimental Agropecuaria San Pedro**

10 y 11 de septiembre de 2013

Curso Sanidad en Cultivos Intensivos 2013 : módulo 2 : tomate y pimiento : cómo mantener la sanidad de manera responsable / editoras Mariel S. Mitidieri y Nora Francescangeli - 1a ed. San Pedro, Buenos Aires : Ediciones INTA, 2013.

86 p. : il. ; 28x21 cm.

ISBN 978-987-521-431-6

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Buenos Aires Norte
Estación Experimental Agropecuaria San Pedro
Ruta 9, km 170, CC 43. B 2930WAA. San Pedro, Buenos Aires, Argentina
Telefax: 03329-424074/423321. Web: <http://www.inta.gov.ar/sanpedro>

Septiembre de 2013

Equipo organizador

Mariel Mitidieri

Email: mmariel@correo.inta.gov.ar

Nora Francescangeli

Email: nfrances@correo.inta.gov.ar

Paula Marcozzi

Email: phcrban@correo.inta.gov.ar

Mariana Piola

Email: piola.mariana@inta.gob.ar

Este curso se realiza en el marco de los Proyectos Regionales con enfoque Territorial 2013-2018:

BANOR 1271208: Aportes para el crecimiento, la equidad y la sustentabilidad del territorio diversificado de los partidos costeros de San Pedro y Baradero

BANOR 1271204: Gestión para el desarrollo del sistema agroalimentario. Partidos de San Nicolás, Ramallo y Zárate

Y cuenta con el auspicio de:



Centro Regional
Buenos Aires Norte



Asociación Argentina
de Horticultura



Asociación Argentina
de Fitopatólogos



Municipalidad de San
Pedro - Dirección de la
Producción

Docentes de este módulo

Paula Amoia

UCT Sur. INTA AMBA.
Especialidad: Extensionista
Email: pamoia@correo.inta.gov.ar

Claudio Baron

Asesor Privado
Especialidad: Calidad y Asistencia Técnica.
Email: cgbaron2003@yahoo.com.ar

Sara Cáceres

EEA INTA Bella Vista
Especialidad: Entomología
Email: scaceres@correo.inta.gov.ar

Guillermo B. Cap

UI EEA INTA Balcarce
Email: cap.guillermo@balcarce.inta.gov.ar

Elena Dal Bó

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
Universidad Nacional de La Plata.
Especialidad: Fitopatología
Email: elenadb4@yahoo.com

Ceferino René Flores

INTA EE Cultivos Tropicales Yuto. Laboratorio de
Fitopatología
Especialidad: Fitopatología
Email: flores.ceferino@inta.gob.ar

Pablo I. Gauna

EEA INTA Bella Vista
Especialidad: Nematología
Email: pgauna@correo.inta.gov.ar

Carlos Alberto Iezzi

BROMETAN-BIOBEST. Sistemas Biológicos
Especialidad: Bio Control
Email: albertoiezzi@hotmail.com

Silvia Noemí López

INTA Castelar. IMYZA, CICVyA,
Especialidad: Entomología. Control biológico.
Email: snlopez@cnia.inta.gov.ar

Paola M. López Lambertini

INTA-IPAVE, CIAP
Especialidad: Virología
Email: plopezlambertini@gmail.com

Adrián Mitidieri

Agrodesarrollos S.A.
Especialidad: Protección Vegetal
Email: adrianmitidieri@agrodesarrollos.com.ar

Mariel Mitidieri

EEA INTA San Pedro
Especialidad: Fitopatología
Email: mmariel@correo.inta.gov.ar

Victor Alfredo Mollinedo

INTA Centro Regional Salta Jujuy
Especialidad: Horticultura
Email: fmollinedo@correo.inta.gov.ar

Verónica Obregón

INTA Bella Vista
Especialidad: Fitopatología
Email: vobregon@correo.inta.gov.ar

Andrés Polack

UCT Sur INTA AMBA
Especialidad: Entomología, Manejo de Plagas en
Cultivos Hortícolas
Email: apolack@correo.inta.gov.ar

Analia Puerta

CNIA INTA Instituto de Floricultura.
Especialidad: Cultivos Intensivos
Email: apuerta@cnia.inta.gov.ar

Ana María Romero

Cátedra de Fitopatología, Facultad de Agronomía,
UBA
Especialidad: Fitopatología
Email: romeroa@agro.uba.ar

Programa

10 de septiembre - Clase 4: Enfermedades ocasionadas por nemátodos y patógenos del suelo

8.00 hs Inscripción

8.30 hs Bienvenida a la EEA por parte de autoridades, algunos detalles domésticos sobre cómo vamos a compartir estos días. *Nora Francescangeli*

8.40 hs Explicación sobre la metodología que se utilizará para realizar esta capacitación.

Facilitador: *Paula Marcozzi*

9.00 hs Manejo de patógenos del suelo utilizando la técnica de biofumigación e injertos. *Mariel Mitidieri INTA San Pedro*

9.30 hs Principales nematodos que afectan al tomate y pimiento. *Guillermo Cap INTA Balcarce*

10.00 hs Manejo de nematodos mediante la rotación de cultivos. *Pablo Gauna. INTA Bella Vista.*

10.30 hs Manejo de marchitamiento bacteriano en cultivos bajo cubierta. *Verónica Obregón INTA Bella Vista*

11.00 hs Café

11.30 hs Efecto del uso de insumos biológicos en distintas etapas del cultivo de tomate y pimiento. *Adrián Mitidieri. Agrodesarrollos S.A. Ceferino Flores INTA Yuto.*

12.15 Alternativas al uso de bromuro de metilo. *Analia Puerta. INTA Castelar, Paula Amoia. INTA AMBA*

12.45 hs Almuerzo

13.45 hs Practica de injerto herbáceo en tomate y pimiento

14.30 hs La solarización: una realidad en la producción hortícola en Argentina. *Víctor Alfredo Mollinedo. INTA Yuto.*

15.00 hs Presentación del problema: Enfermedades y plagas en el monocultivo de tomate.

Limitantes para la adopción de técnicas de manejo integrado. *Claudio Barón, Asesor Privado.*

15.30 hs Taller: Ventajas y limitaciones del uso de injerto herbáceo en tomate y pimiento

16.15 hs Devolución y respuestas de los docentes a las principales inquietudes del día.

16.45 hs Cierre

11 de septiembre - Clase 5: Enfermedades que afectan a órganos aéreos, plagas y malezas

8.00 hs Recepción y detalles administrativos

8.30 hs Manejo integrado de plagas en cultivo de tomate y pimiento bajo cubierta. *Andrés Polack. INTA AMBA.*

9.00 hs Manejo de enfermedades que afectan a órganos aéreos. *Mariel Mitidieri. INTA San Pedro*

9.30 hs Control biológico de plagas: producción y manejo de enemigos naturales entomófagos Silvia Lopez. *IMYZA.*

10.00 Café

10.30 hs Manejo integrado de plagas en la provincia de Corrientes. Sara Cáceres. *INTA Bella Vista.*

11.00 hs Manejo de cancro bacteriano. *Ana María Romero. UBA.*

11.30 hs Principales enfermedades de origen viral que afectan al cultivo de tomate y pimiento en la pampa húmeda. *Elena dal Bó. UNLP*

12.00 hs Muestra de enemigos naturales y métodos caseros de cría

12.30 hs Almuerzo

13.30 hs Virosis emergentes transmitidas por mosca blanca. *Paola Lopez Lambertini INTA IPAVE.*

14.00 hs Manejo integrado de virosis. *Mariel Mitidieri. INTA San Pedro*

14.30 hs Avances en el control químico de plagas mediante el uso de nuevos principios activos e insumos amigables con el medio ambiente. *Adrián Mitidieri. Agrodesarrollos. S.A.*

15.00 hs Presentación del problema: Avances y limitantes para la adopción de técnicas de control biológico. *Alberto Iezzi. Sistemas biológicos Brometan SRL*

15.30 hs Devolución y respuestas de los docentes a las principales inquietudes del día.

16.00 hs Cierre

Índice

Introducción	7
<i>Mariel Mitidieri. INTA San Pedro</i>	
La biofumigación y el uso de portainjertos resistentes hacen posible el manejo sostenible de patógenos de suelo en cultivos hortícolas	8
<i>Mariel Mitidieri. INTA EEA San Pedro.</i>	
Principales nematodos que afectan al tomate y pimiento.	18
<i>Guillermo Cap. INTA Balcarce.</i>	
La rotación de cultivos como una estrategia de control de nematodos sin bromuro de metilo.	23
<i>Pablo Gauna. INTA Bella Vista.</i>	
Manejo de marchitamiento bacteriano en cultivos bajo cubierta.	26
<i>Verónica Obregón INTA Bella Vista.</i>	
Efecto del uso de insumos biológicos en distintas etapas del cultivo de tomate y pimiento.	29
<i>Adrián Mitidieri. Agrodesarrollos S.A..</i>	
Insumos biológicos en el cultivo de tomate y pimiento. Hacia el manejo sustentable	31
<i>Ceferino Flores INTA Yuto</i>	
Desinfección de suelos y sustratos en producciones intensivas. Alternativas al bromuro de metilo en la Argentina.	36
<i>Analia Puerta. INTA Castelar, Paula Amoia. INTA AMBA.</i>	
La solarización: una realidad en la producción hortícola del NOA.	42
<i>Víctor Alfredo Mollinedo. INTA Yuto.</i>	
Sanidad en Cultivos de Tomate bajo invernadero en la zona de La Plata	
Enfermedades y Plagas en el Monocultivo de Tomate. Limitantes para la adopción de técnicas de MIP.	45
<i>Claudio Barón MCBA.</i>	
Manejo integrado de plagas en cultivo de tomate y pimiento bajo cubierta.	47
<i>Andrés Polack. INTA AMBA.</i>	
Manejo integrado de enfermedades que afectan a órganos aéreos.	50
<i>Mariel Mitidieri. INTA San Pedro.</i>	
Control biológico de plagas: producción y manejo de enemigos naturales entomófagos.	57
<i>Silvia Lopez. IMYZA..</i>	
Manejo integrado de plagas en la provincia de Corrientes.	60
<i>Sara Cáceres. INTA Bella Vista.</i>	
Manejo de cancro bacteriano.	65
<i>Ana María Romero. UBA.</i>	
Principales enfermedades de origen viral que afectan al cultivo de tomate y pimiento en la pampa húmeda.	69
<i>Elena dal Bó. UNLP</i>	
Virosis emergentes transmitidas por mosca blanca: importancia y diversidad genética de begomovirus que infectan al tomate.	72
<i>Paola Lopez Lambertini INTA IPAVE.</i>	
Prácticas de manejo que afectan la incidencia de virosis transmitidas por trips y moscas blancas en cultivos hortícolas bajo cubierta.	76
<i>Mariel Mitidieri. INTA San Pedro.</i>	
Presentación del problema: Avances y limitantes para la adopción de técnicas de control biológico.	85
<i>Alberto Iezzi. Sistemas biológicos Brometan SRL</i>	

Introducción

Mariel Mitidieri. INTA EEA San Pedro

La producción de hortalizas, frutas, aromáticas, flores y ornamentales posee características comunes: son demandantes de mano de obra especializada y de alto nivel de insumos, requieren frecuentes cuidados por parte de productores y asesores, y son afectados por diversos problemas sanitarios que obligan a utilizar plaguicidas para poder asegurar la obtención de productos de calidad.

Por otra parte, por ubicarse en gran medida en áreas urbanas y periurbanas, estos cultivos están involucrados en el desarrollo territorial de numerosas poblaciones de nuestro país, incluyendo el conurbano bonaerense; generan numerosos puestos de trabajo, son fuentes de alimentos saludables, y otros productos, como las flores y ornamentales que mejoran la calidad de vida de la población y permiten la implementación de mercados de proximidad.

La permanencia de los productores en las áreas urbanas y periurbanas y el éxito de las campañas de promoción del consumo de frutas, hortalizas y aromáticas, dependerá en primer lugar de asegurar que estos productos sean inocuos, libres de plaguicidas y microorganismos patógenos y sus metabolitos y además sean obtenidos en predios donde se respeta al medio ambiente y la salud de los trabajadores, los vecinos y los consumidores.

Los estándares de calidad en los países más avanzados, están tendiendo, no solamente a fijar exigencias sobre las propiedades intrínsecas de los productos, sino también al impacto ambiental, económico y social que implica su obtención.

El objetivo de este curso es contribuir a que profesionales y estudiantes aborden la problemática sanitaria de los cultivos intensivos, comprendiendo los agentes y mecanismos que las generan y las distintas maneras de evitar su aparición, así como también los métodos de manejo respetuosos del medio ambiente y de la salud de trabajadores, vecinos y consumidores.

Para lograr este cometido hemos convocado a especialistas provenientes de distintas unidades de INTA, de universidades y de organismos del estado que tienen incumbencia en estos temas y a profesionales de la actividad privada que nos prestan su mirada práctica de los mismos. Pretendemos que los participantes no solamente se enriquezcan con los aportes de los docentes, sino que juntos podamos construir ideas durante los talleres y los distintos espacios de intercambio que se vayan generando.

Esperamos que esta experiencia fortalezca nuestra capacidad de analizar los problemas que vamos a estudiar y nos facilite la búsqueda de soluciones que sean compatibles con el desarrollo sostenible de nuestro territorio.

Bienvenidos a este Curso de Sanidad en Cultivos Intensivos, gracias a todos los docentes, compañeros de INTA y autoridades que nos están acompañando, así como también a la Asociación Argentina de Horticultura y Asociación Argentina de Fitopatólogos que nos han brindado su apoyo.

La biofumigación y el uso de portainjertos resistentes hacen posible el manejo sostenible de patógenos de suelo en cultivos hortícolas

Mariel Mitidieri. INTA EEA San Pedro

Equipo de trabajo: Virginia Brambilla, Martín Barbieri, Estela Piris, Mario Piris, Ramón Celié, Esther Arpía, Raúl Verón, Romina Peralta, Karina del Pardo, Mirta Ciapone, Elsa Sciavone, Eliseo Chaves, Guillermo Cap, Joaquín González, Armando Constantino, Ignacio Paunero, Florencia Sánchez. Personal EEA INTA San Pedro.

En los últimos años investigadores de distintos países han concentrado esfuerzos en desarrollar técnicas no contaminantes de desinfección del suelo. La biofumigación sola o en combinación con solarización ha demostrado un alto potencial para controlar nematodos y patógenos del suelo. Como se verá más adelante, la biofumigación es más efectiva si se combina con solarización, y en algunos países esta combinación se denomina biosolarización. Por lo tanto, será importante conocer los fundamentos de la solarización, para lo cual recomendamos leer el trabajo de Martinengo, I (1995), Mollinedo, F. (2013, en este libro). El presente trabajo pretende aclarar algunos aspectos relacionados con la biofumigación en el marco del control integrado de plagas y enfermedades de hortalizas.

¿Qué significa biofumigar?

La biofumigación es el control de plagas y patógenos del suelo por medio de la liberación de compuestos originados naturalmente de la descomposición de residuos orgánicos. Éstos pueden ser distintos tipos de estiércoles a residuos de cultivos como batata, papa, sorgo, *Brassicás*, maíz, etc. Algunos materiales orgánicos tienen efecto contra nematodos a través de la liberación de amonio. Éstos tienen una baja relación C/N con altos contenidos de proteínas y aminos. Las enmiendas con efecto nematocida tienen una relación C/N menor a 20, con relaciones C/N menores a 10 puede haber efectos fitotóxicos. Cuando los materiales incorporados al suelo para biofumigar son tejidos de *Brassicás*, entre los productos de la degradación de los mismos, se liberan unos compuestos denominados glucosinolatos.

¿Qué son los glucosinolatos?

Son un grupo de compuestos azufrados generados naturalmente por plantas de la familia Crucíferas. Aproximadamente 100 diferentes glucosinolatos han sido identificados y descritos. Su hidrólisis por parte de la enzima myrosinasa libera aparte de iones sulfato y glucosa, compuestos biológicamente activos como isotiocianatos, nitrilos y tiocianatos. La formación de isotiocianatos es favorecida en condiciones de pH alcalino o neutro, mientras que a bajo pH se generan nitrilos, que poseen un efecto inhibitor menor que los primeros.

Los isotiocianatos tienen un amplio espectro de acción, su actividad resulta de la interacción inespecífica e irreversible con los grupos sulfidrilos, puentes disulfuro y grupos amino de las proteínas para formar productos estables. Existen numerosos reportes de la acción de estos compuestos sobre patógenos vegetales de origen fúngico y bacteriano y otros microorganismos, así como sobre nematodos de diferentes especie. Los cultivos utilizados para biofumigar han sido *Brassica nigra* (mostaza), *Sinapsis alba* (mostaza blanca), *Brassica juncea* (mostaza de la China), *Brassica oleracea* (repollo), *Brassica napus* (nabo), *Brassica oleracea* var. *italica* (brócoli), *Brassica oleracea* var. *botrytis* subvar. *cauliflora* (coliflor), *Rafanus sativus* (rábano); *Eruca sativa* (roqueta), pero también se han obtenido buenos resultados con *Ipomoea batatas* (batata) y *Sorghum spp.* (sorgo).

Se han realizado numerosos estudios sobre la estructura química de los productos de la

hidrólisis de los glucosinolatos, se conoce que la capacidad biocida de estos compuestos depende de la estructura química de la cadena lateral que contiene su molécula, la característica común de los compuestos más tóxicos es su hidrofobicidad, que podría estar relacionada con la penetración en la membrana celular de las células. Dentro de los más activos se encuentran los glucosinolatos tio funcionales (glucoiberin, glucocherirolin, glucoerucin, glucoraphenin) los alkenil glucosinolatos (sinigrin, glucocapparin) y los benzyl glucosinolatos (glucotropaeolin, gluconasturtin).

¿Dónde se encuentran los glucosinolatos?

Sobre una colección de más de 100 *Brassicas* diferentes, cultivadas en diferentes condiciones ambientales, tejidos de tallos y raíces fueron analizados por HPLC. Se encontró que el contenido de glucosinolatos declina hacia la madurez y que puede variar entre e intra especies, entre partes de una misma planta y el estado de desarrollo, así como también con el ambiente (Tabla 1). Durante el crecimiento y desarrollo de las plantas los glucosinolatos son exudados de las raíces. La canola de invierno mostró mayor contenido en glucosinolatos que la de primavera. El estudio de las características y concentración de glucosinolatos en distintas especies ha llevado a la selección de variedades para ser usadas como "biofumigantes", ya que producen altas cantidades de los glucosinolatos más tóxicos para plagas y patógenos, en algunos casos las concentraciones de isotiocianatos liberados al suelo después de la incorporación de estos materiales pueden ser iguales o mayores que las aplicadas con los fumigantes sintéticos (1500 nmoles/g suelo).

Tabla 1. Rangos de concentración ($\mu\text{mol/g}$) de diferentes glucosinolatos para *Brassicas* en floración sembradas en otoño (Adaptado de Matthiessen, 1996)

Especies	Tallos			Raíces	
	Propenyl	Butenyl	Pentenyl	Phenylethyl	OH benzyl
<i>B. napus</i> . Aceite	0	0-3	0-8	2-19	0
<i>B. napus</i> . Forraje	0	1-9	1-5	7-20	0
<i>B. juncea</i> . Aceite	0-19	0-8	0	3-13	0
<i>B. nigra</i>	11-26	0	0	1-3	0
<i>S. alba</i>	0	0	0	0-4	3-4
Nabo silvestre	0	35	1	26	0

¿Qué factores pueden influenciar la liberación de compuestos tóxicos por parte de las *Brassicas*?

Entre los factores que influyen la efectividad de la biofumigación (Figura 1, derecha) se encuentran: el patógeno a ser controlado, el nivel de infestación, el contenido y tipo de glucosinolatos que contiene la enmienda orgánica aplicada, la preparación de la enmienda (fresca o seca), la cantidad de enmienda aplicada, el método de aplicación y tiempo de exposición. Estudios recientes indican que el método con que se incorporan las enmiendas orgánicas puede ser el factor más importante para lograr un efecto de control sobre los patógenos. La eficiencia en la liberación de los isotiocianatos puede ser menor al 5%, sino se toman las medidas adecuadas en el momento de la incorporación. Los residuos de *Brásicas* pueden ser incorporados frescos o después de secos, siempre que se evite el daño e hidrólisis endógena directa por medio de la enzima myrosinasa antes de ser aplicados. La disponibilidad de isotiocianatos en el suelo depende de la naturaleza del mismo, ya que los grupos amino y sulfidrilo de estos compuestos reaccionan de manera irreversible con las partículas de arcilla y de materia orgánica. El alto contenido en glucosinolatos en las raíces puede mejorar el control de algunas enfermedades del suelo, particularmente altos niveles de 2-phenylethyl isotiocianatos.

El efecto tóxico de los isotiocianatos puede ser mayor al permitir la disrupción de los tejidos a nivel celular para permitir la reacción de la enzima myrosinasa y los glucosinolatos. El picado de los tejidos previo a la incorporación aumentó en 10 veces la liberación de isotiocianatos y su maceración vía la irrigación en 100 veces. La incorporación rápida al suelo y el sellado con plástico para evitar el escape de gases tóxicos aumentó aún más la eficiencia de la técnica. Las altas temperaturas acentúan el efecto de la biofumigación al aumentar la liberación de sustancias volátiles. Esto pudo comprobarse en un ensayo realizado en condiciones controladas en la Universidad de California (Estados Unidos), donde a tierra infestada con una cantidad conocida de individuos de *Meloidogyne incógnita*, se agregó una cantidad fija de hojas de brócoli (2 % v/v). Se mantuvo la tierra en presencia del biofumigante a distintos tiempos y

temperaturas, el efecto de los tratamientos se evaluó sembrando plantas de melón en la tierra tratada y evaluando las agallas en las raíces de las mismas.

Recomendaciones para una eficiente biofumigación

1. Producir al menos 5 kg de materia fresca/m² antes de incorporar el abono verde.
2. Macerar los tejidos antes de incorporarlos.
3. Incorporar el abono verde con un motocultivador.
4. Regar y tapar o cubrir el suelo con un plástico.
5. Dejar por lo menos 10 días antes de transplantar el cultivo

En la figura 1 (izquierda) se resumen los efectos de la biofumigación sobre el desarrollo del cultivo y la población de patógenos. La incorporación de enmiendas orgánicas en forma de abonos verdes tendrá efectos benéficos sobre el desarrollo de los cultivos subsiguientes ya que mantendrán el suelo cubierto protegiéndolo de la erosión en cultivos al aire libre y aumentará el contenido de materia orgánica del suelo, mejorando la estructura y la penetración del agua en el mismo. Las Brassicas son eficientes en capturar nitrógeno mineral y de esa manera impedir su lixiviación y dejar este elemento disponible para el cultivo siguiente cuando son incorporadas al suelo. Otros compuestos y mecanismos, no relacionados con los glucosinolatos, como la liberación de compuestos azufrados (metanetiol, dimetil sulfuro, disulfuro de carbono y dimetil disulfuro) o algunos ácidos grasos pueden contribuir a controlar plagas y enfermedades. Además la hidrólisis de los glucosinolatos puede liberar compuestos diferentes a los isotiocianatos como los nitrilos, epinitrilos, y tiocianatos iónicos. La incorporación de materia orgánica aumenta la población de antagonistas en el suelo. Todos estos eventos en conjunto contribuyen a reducir la población de nematodos y patógenos del suelo.

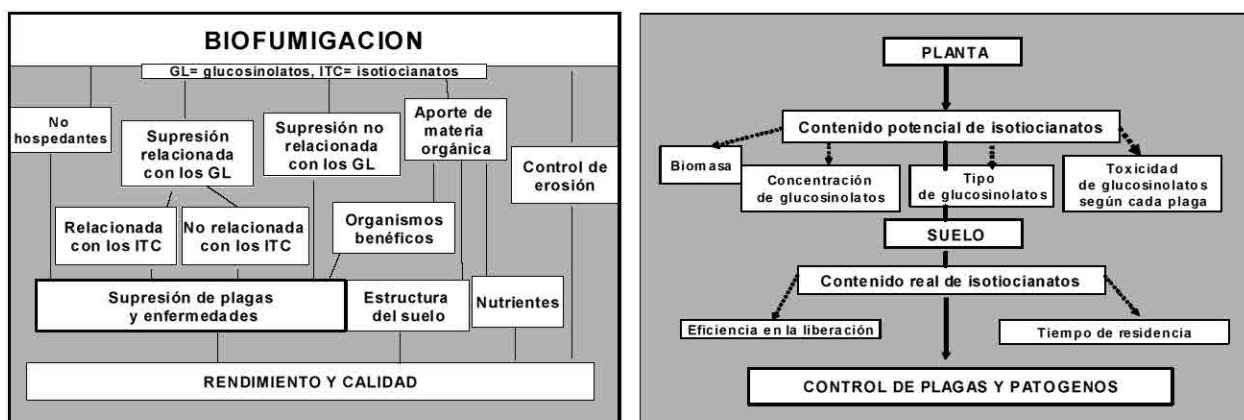


Figura 1. Izquierda. Efectos de la biofumigación sobre la sanidad y la productividad del cultivo. (Adaptado de Kirkegaard, 2004). Derecha. Factores que afectan la eficiencia de la biofumigación (Adaptado de Morra y Kirkegaard, 2002).

Algunos experimentos donde se demostró el efecto de las enmiendas sobre el control de patógenos y nematodos

Son numerosos los ejemplos del control de nematodos y patógenos del suelo mediante la incorporación de materia orgánica, ya sea ésta proveniente de Brassicas o de plantas de otras familias. Más detalle de estos trabajos pueden consultarse en línea: La biofumigación en el marco del manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hortícolas http://anterior.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/2005/mm_0507.htm. En estos estudios se describe el control de *Ralstonia solanacearum*, utilizando Brassicas, batata y sorgo, con un efecto más rápido en los materiales más ricos en el glucosinolato 2-propenyl (*B. nigra*, *B. carinata* y *B. juncea*). Agregados de sorgo y Brassicas arrojaron resultados similares al agregado de methyl isotiocianato para el control de nematodos. Sobre la inhibición del crecimiento micelial de distintos patógenos de la papa por parte de compuestos volátiles derivados de residuos de Brassicas, se encontró que *Phytophthora spp.* era el hongo más susceptible y *V. dahliae* el menos susceptible y que los tejidos de *B. juncea* y *B. napus* eran más inhibidores que los de *R. sativus*. La incorporación de dos biofumigantes como Fumus y BQmulch redujo significativamente la incidencia de *Sclerotinia minor* en cultivos de lechuga. BQ mulch demostró ser más efectiva

posiblemente debido a contener mayor cantidad de isotiocianatos en las raíces. El número y viabilidad de esclerocios del patógeno por gramos de suelo no se redujo, por lo que se piensa que el efecto de la enmienda fue actuar sobre el crecimiento posterior del micelio.

En Uruguay se han realizado numerosos ensayos de biofumigación en cultivos hortícolas en distintas zonas del país y en el marco del proyecto ONUDI para el desarrollo de técnicas alternativas al bromuro de metilo. La aplicación de brócoli presentó porcentajes de control de nematodos y rendimientos similares a los del bromuro de metilo, y una mejora de las condiciones físicas y biológicas del suelo. La enmienda orgánica de maíz combinada con solarización se comportó mejor o igual al bromuro de metilo para las variables rendimiento comercial, peso medio de fruta e índice medio de nodulación. Además de esto se observó mayor desarrollo radicular y mejora en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

En Argentina en el marco del proyecto Tierra Sana, se han realizado ensayos de biofumigación. En Bella Vista, Corrientes, se obtuvo buenos resultados en un cultivo de tomate bajo cubierta, combinando la solarización con biofumigantes como hojarasca de pino, pasto de jardín, mantillo, repollo, estiércol de pollo y sorgo aplicados antes de solarizar. En las parcelas biofumigadas se determinó 100 % de control de nematodos fitófagos y malezas y 0 % de incidencia de enfermedades causadas por patógenos del suelo. También se determinó un aumento de nematodos saprófitos y omnívoros y mayores rendimientos. En las parcelas testigo se determinó un 8% de plantas muertas por *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pythium spp.* y *Pseudomonas corrugata*. También se obtuvo buenos resultados en un cultivo de pimiento, incorporando pimiento y brócoli picados e incorporados en surcos abiertos que se regaron y cubrieron con tierra antes de tapar con plástico. En ambos casos se taparon con polietileno cristal de 40 micrones y se solarizó durante 60 días de diciembre a febrero.

También en Argentina en el INTA San Pedro, se está realizando un ensayo desde el año 2003, donde se comparan aplicaciones sucesivas de enmiendas orgánicas, realizadas año por medio y en primavera, en combinación con la técnica de solarización (Ver Gráfico 2). La biosolarización realizada entre noviembre y diciembre ha permitido controlar al nematodo predominante *Nacobbus aberrans* y patógenos como *Fusarium solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor* y *Pyrenochaeta lycopersici*. Se han obtenido mejoras en el rendimiento en cultivos de tomate, pimiento, lechuga y acelga. Las enmiendas utilizadas fueron colza, brócoli, mostaza, estiércol de ave y rastrojo de cultivos anteriores. La biosolarización resultó una técnica más ventajosa que la solarización a partir del año 2007 en adelante. Esto es debido a que en el suelo además de limitantes biológicas existen limitante físicas y químicas (pH>9), para lo cual el agregado de materia orgánica ha sido de ayuda. Detalles de los inicios y resultados obtenidos de estos trabajos pueden encontrarse consultando la bibliografía proporcionada en este texto.

La incorporación de Brassicas al suelo: ¿Aumenta o disminuye la población de nematodos y microorganismos benéficos?

En Australia se realizaron estudios para conocer qué especies de Brassicas eran hospedantes de nematodos, encontrándose un grado de susceptibilidad intermedio entre el sorgo y el tomate, el rábano resultó ser un hospedante muy pobre. Mientras las Bráscicas crecen, las raíces no son tóxicas para los nematodos y bajo condiciones favorables las poblaciones de los mismos podrían aumentar entre 20-60 veces en 6 a 8 semanas. Sin embargo con temperaturas del suelo entre 14-9 °C se observó que los nematodos tardaron 3 meses en madurar, por lo que la biofumigación podría realizarse antes de que se completara la primera generación.

Algunas bacterias y hongos resultaron muy tolerantes a los isotiocianatos, entre ellos se encuentran distintas especies de *Trichoderma*. Esto sugiere que la biofumigación puede provocar un cambio en la composición de la microflora del suelo y aumentar la proporción de antagonistas.

El uso de portainjertos resistentes: otra herramienta para el manejo integrado de patógenos del suelo

La resistencia genética es uno de los pilares del manejo integrado de enfermedades. El uso de plantines injertados es una práctica común en Japón, Korea y varios países de Europa. Se busca mediante esta práctica disminuir el daño causado por patógenos del suelo como *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae*, *Phytophthora spp.*, *Pyrenochaeta lycopersici*, nematodos como *Meloidogyne spp.* y bacterias patógenas como *Ralstonia solanacearum*. Además de contribuir al manejo de las enfermedades ocasionadas por patógenos del suelo, existen numerosos antecedentes en la bibliografía internacional sobre cómo los portainjertos que provienen de materiales silvestres, permiten al cultivo tolerar condiciones de estrés abiótico como por ejemplo las bajas temperaturas, la sequía y la salinidad del suelo. Estas últimas condiciones son frecuentes

en los suelos de los invernaderos de los cinturones hortícolas de nuestro país. Los injertos se realizan en solanáceas (tomate, pimiento y berenjena) y cucurbitáceas (melón, sandía y pepino), como alternativa al uso de bromuro de metilo para desinfectar el suelo. Cuando éste es pobre en nutrientes, también se busca aumentar la productividad aprovechando que algunos portainjertos imprimen más vigor a la variedad.

Las técnicas más usadas para realizar los injertos son: aproximación en sandía, hendidura lateral en sandía y melón, hendidura en tomate, empalme o tubo en tomate y pimiento, corte oblicuo, desarrollado para sandía, melón y pimiento. La secuencia en el desarrollo de la unión de los tejidos injertados comienza por la muerte de las células en el corte y formación de una placa necrótica. Debajo de esta placa, el cambium del portainjerto y la variedad, producen células parenquimáticas llamadas "callo" que diferencian un nuevo cambium. Este nuevo cambium genera nuevo xilema y floema estableciendo una conexión vascular entre ambos materiales. Los requerimientos para la formación de una unión exitosa son: temperatura suficientemente alta para permitir la rápida división celular y crecimiento, alta humedad para prevenir que se deshidraten las células parenquimáticas del callo, injerto aislado de infecciones por patógenos, soporte para permitir la proliferación de células parenquimáticas en el callo. Luego del injerto las plantas se mantienen en una cámara a 20-30 °C, 80-90 % HR, y baja luz. A los tres días son ventiladas y llevadas a un área de adaptación.

Los portainjertos de tomate más promisorios son híbridos interespecíficos de *Lycopersicon esculentum* x *Lycopersicon hirsutum*. Existen antecedentes en Argentina, de ensayos de evaluación de portainjertos en cultivos de tomate, berenjena, pepino y pimiento, realizados por investigadores de INTA, Universidades y también por la actividad privada (Ver bibliografía). La búsqueda de nuevos portainjertos ha generado la evaluación de cultivares de polinización abierta o distintas especies silvestres emparentadas con el tomate, que poseen tolerancia a distintos factores de estrés de origen biótico y abiótico, aunque algunos presentan dificultades en su tasa de germinación e incompatibilidad. La posibilidad de utilizar especies silvestres disponibles en nuestra región como *Solanum sisymbriifolium* (tutiá), permitiría ampliar el espectro de genes de resistencia para enfrentar el ataque de diversos patógenos que prosperan en los suelos sometidos a un uso tan intenso. Esta especie puede ser obtenida en forma gratuita, ya que crece como maleza y podría servir a productores familiares que además ocupen a un miembro de la familia en la elaboración de los injertos. En el INTA San Pedro se han obtenido plantas injertadas sobre tutiá que mostraron mayores rendimientos que el híbrido sin injertar en suelos contaminados con nematodos y patógenos del suelo.

Biofumigación e injertos: dos técnicas que se complementan para una horticultura de bajo impacto ambiental

Tanto la biofumigación como el uso de portainjertos resistentes pueden ser una alternativa para reducir el uso de plaguicidas, pero es muy importante considerarlos en el contexto del manejo integrado de plagas. Al momento de analizar la factibilidad de su adopción se debería tener en cuenta las siguientes fortalezas y debilidades de estas técnicas

Fortalezas

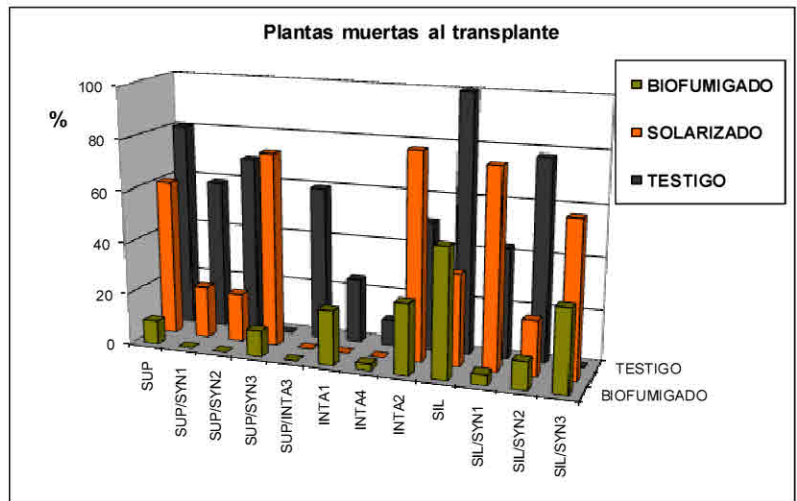
No implican riesgos para la salud del productor y el consumidor, siempre y cuando se respeten las normas de seguridad e higiene en cuanto al trabajo hortícola en general y al cuidado en la manipulación de estiércoles en particular.

El aporte de enmiendas orgánicas al suelo tiene efectos benéficos sobre la estructura y población microbiana del mismo, también mejoran el rendimiento de los cultivos.

Los injertos pueden hacerse de manera industrial o casera, en ambos casos pueden generar puestos de trabajo en el sector.

Ambas técnicas se complementan muy bien. En el Gráfico 1 se observa la supervivencia en invernadero de distintos tipos de plantines injertados. Los mismos fueron transplantados en diciembre de 2010 en un suelo inoculado con nematodos, sometido a 4 tratamientos de solarización o biofumigación, cada dos años desde el 2003. En el testigo sin tratar encontramos la mayor cantidad de plantas muertas después del transplante, mientras que las parcelas solarizadas presentan una situación intermedia. Las parcelas biofumigadas presentan condiciones edáficas más adecuadas después de 8 años de cultivo. Además las parcelas con mayor supervivencia de plantas son las que tenían plantas injertadas.

Gráfico 1. Supervivencia de plantas en suelo inoculado con nematodos en el 2003 y sometidos a distintas secuencias de tratamientos en los años 2003, 2005, 2007 y 2009. Testigo= Control, Solarizado= 4 tratamientos de solarización, Biofumigación= 4 tratamientos de biofumigación. Sup= Superman, SIL= Silverio, SYN1= Arnold, SYN2= Armstrong, SYN 3= 500294, INTA 1= San Carlos INTA, INTA 2= LA 1777 *Lycopersicon hirsutum*, INTA 3 UCO Plata x FCN 3-5, INTA 4= LC444/M *Lycopersicon*



En el gráfico 2 se muestran parcelas que fueron biosolarizadas año por medio en primavera desde el 2003. Las plantas transplantadas 8 meses después de la biosolarización, siguen marcando diferencias en cuanto a la supervivencia de plantas y el rendimiento, si se compara con el testigo sin tratar y con las parcelas solarizadas. Las plantas injertadas sobre tutía se destacan en el testigo sin tratar.

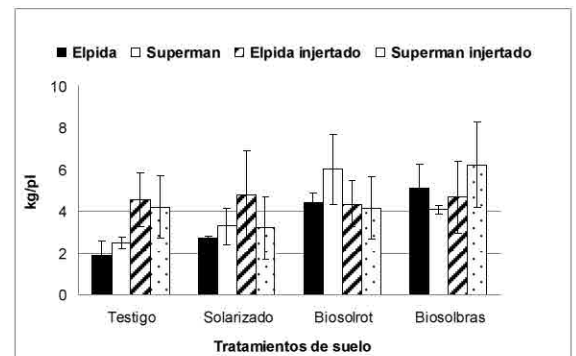
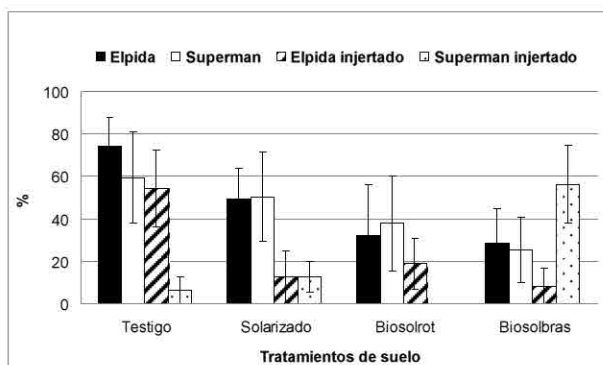


Gráfico 2. Evaluación de *Solanum sisymbriifolium* (Lam.) como pie de injerto en cultivo de tomate bajo cubierta. Izquierda = porcentaje de plantas muertas al final del ciclo de cultivo. Derecha= rendimiento total por planta (kg/planta). Testigo= parcela control, Solarizado= tapado con plástico, Biosolrot= solarizado + enmienda de rastrojo del cultivo, Biosolbras= solarizado + enmienda con mostaza. Transplante 29 de agosto de 2012.

Debilidades

La biofumigación es mucho más eficiente si se combina con solarización. Esta técnica no puede aplicarse en enero en nuestra zona, ya que corta el ciclo del cultivo de tomate. En ensayos realizados en INTA San Pedro desde el año 2003, se ha demostrado que biofumigando en noviembre o diciembre, cada dos años, se obtienen adecuados niveles de control de nematodos y patógenos del suelo en los primeros 10 cm del suelo. Esto permitiría plantar a mediados de diciembre un ciclo de tomate tardío, la repetición periódica de estos tratamientos lograría reducir el nivel de inóculo de patógenos del suelo y nematodos.

La aplicación reiterada de residuos de Brásicas puede ocasionar el incremento en el suelo de bacterias que degradan los isotiocianatos, reduciendo la vida de estos compuestos en el suelo aún de aquellos liberados por compuestos químicos como el metam sodio.

El aporte de estiércol merece atención, en cuanto a la forma de compostarlo en el campo, para no originar lixiviado de nutrientes a las napas. Se deberá controlar la fertilidad del suelo luego de los tratamientos, para no generar riesgos de contaminación con nitratos en las hortalizas de hoja producidas posteriormente, ni excesos en salinidad que luego redunden en lesiones e infecciones radiculares.

El efecto de la biosolarización se concentra en los primeros 10 cm del suelo y se diluye en profundidad, no elimina el inóculo de nematodos o patógenos del suelo, por eso debe ser considerada en el marco de un manejo integrado de la enfermedad.

Las raíces de los portainjertos presentan agallas es decir que toleran el ataque de nematodos sin perder la masa radicular, por lo tanto las plantas sobreviven y siguen produciendo, pero esto puede ser considerado un riesgo ya que no ayuda a disminuir la población de nematodos. Es por eso que lo ideal es combinar el uso de estas plantas con tratamientos de biosolarización al suelo, al menos cada dos años. De la observación del gráfico 3 podemos concluir que en un invernadero con antecedentes de presencia de *Nacobbus aberrans*, antes de implantar el cultivo, era muy escasa la presencia de nematodos fitófagos, mientras que después y en relación directa con la susceptibilidad de las raíces, el suelo queda infectado con nematodos fitófagos. Este ejemplo ilustra los efectos que el propio cultivo y el ser humano al tomar sus decisiones tiene sobre la composición de organismos patógenos en los suelos.

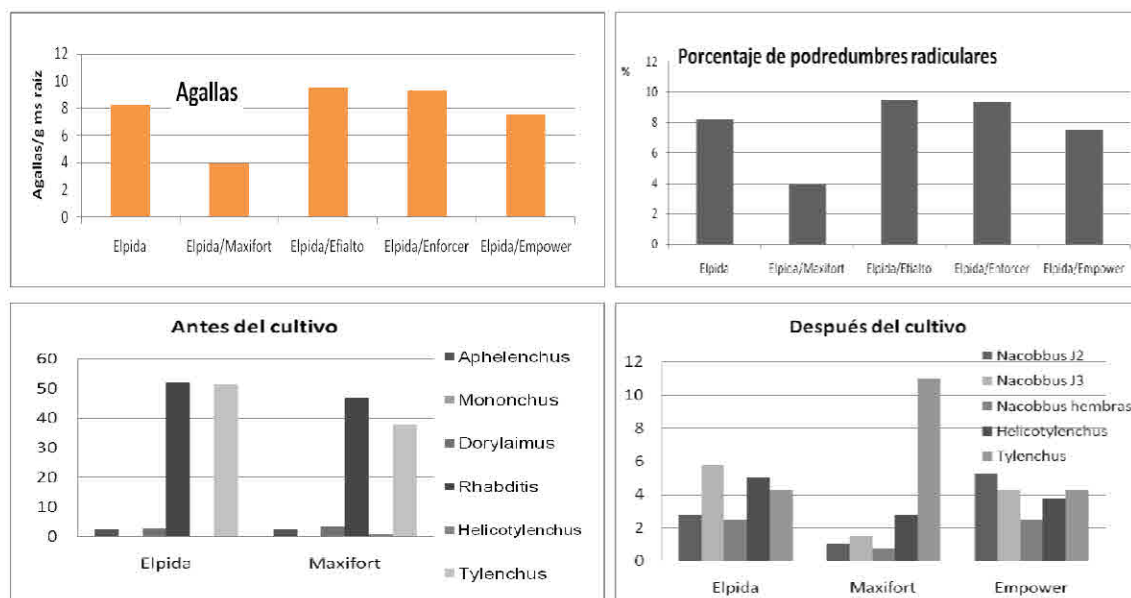


Gráfico 3. Agallas/g materia seca raíz, porcentaje de podredumbres radiculares después de la cosecha y número de nematodos parásitos o benéficos en 100 cc de suelo antes y después del cultivo (Identificación Guillermo Cap). Transplante 23 de septiembre del 2011. Cosechado hasta el 2 de enero. Evaluación del rendimiento y sanidad de raíces para la combinación de Elpida y cuatro portainjertos comerciales. (Mitidieri *et al.*, 2012).

Conclusión final

La adopción de estas técnicas necesariamente debe ser parte de una gestión integral del productor. Deberá tener claro que quiere obtener hortalizas con bajo niveles de agroquímicos, producidas con técnicas de bajo impacto ambiental, y que podrá comunicar a los consumidores que está trabajando con estos objetivos, para posicionar mejor su producto en el mercado.

Partiendo de esa base deberá planificar las actividades en cada invernadero, para encontrar los momentos óptimos para biofumigar o biosolarizar, que le permita bajar el inóculo de nematodos y patógenos del suelo sin tener pérdidas económicas. El uso de materiales resistentes es una herramienta más que lo ayudará en esa tarea.

Bibliografía

- ANDREAU, R.; MARTÍNEZ, S.; MORELLI, G.; GARBI, M.; CHALE, W. Y MONSALVO, A. 2008. Ensayo comparativo de rendimiento de tres híbridos de tomate injertados sobre pie Maxifort (de Ruiter) conducidos bajo cobertura plástica. XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario. Libro de Resúmenes. Pág 236.
- BOREK, V., MORRA, M. J., BROWN, P. D., Y MCCAFFREY J. P. 1994. Allelochemicals produced during sinigrin decomposition in soil. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 42:1030-1034.
- BROWN, P. D. Y MORRA, M. J. 1993. Fate of ionic thiocyanate (SCN⁻) in soil. *Journal of agricultural and food chemistry*, 41:978-982.
- CAP. G.; GILARDÓN, E.; POLACK, L. A.; MITIDIERI, M.; MEZQUIRIZ, N.; NOLASCO, V. Y GALLARDO, G. 2012. Evaluación de líneas de tomate mejoradas con resistencia novel frente a artrópodos plaga y su expresión en suelos comprometidos por la presencia de nematodos herbívoros. I Jornadas nacionales de tomate fresco. La Plata. Libro de resúmenes. Pág 6.
- CAP. G.; PINEDA, C.; CASADO, H.; MITIDIERI, M.; PÉREZ, R. Y GALLARDO, G. 2012. Experiencia en el empleo de cultivares de tomate de polinización abierta y de bajo requerimiento de insumos. I Jornadas nacionales de tomate fresco. La Plata. Libro de resúmenes. Pág 7.
- COLOMBO, M. H.; GAUNA, P.; LENSCAK, M. P. 2005. Desinfección de suelos por biofumigación. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 19-22 de abril de 2005. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. Libro de Resúmenes, pag. 519.
- CORTADA, L.; SORRIBAS, F.J.; ORNAT, C.; KALOSHIAN, I Y VERDEJO-LUCAS, S. 2013. Patrones de tomate: resistencia variable frente al nematodo *Meloidogyne*. Disponible en: <http://www.recercat.net/bitstream/handle/2072/41223/Patrones%20de%20tomate%20-%20web%20IRTA.pdf?sequence=1>. Consultado el 30/07/13.
- GONZÁLEZ, F.M.; HERNÁNDEZ, A.; CASANOVA, A.; DEPESTRE, T.; GÓMEZ, L. Y RODRÍGUEZ, M.G. 2008. El injerto herbáceo; alternativa para el manejo de plagas del suelo. *Rev. Protección Veg.* Vol. 23. No. 2:69-74.
- HARDING, R. 2001. In vitro suppression of potato pathogens by volatiles released from Brassicas residues. *Biofumigation Update*. No. 14. November 2001
- INIA, 2001. Taller final de evaluación de alternativas al bromuro de metilo en el sector hortícola de Uruguay. INIA, ONUDI. Salto, 2-3 de Octubre de 2001. Serie Actividades de Difusión N° 267.
- INTA-ONUDI. 2004. Seminario Avances en la sustitución/eliminación del bromuro de metilo en la desinfección de suelos y sustratos. Proyecto MP/ARG/00/033/INTA-ONUDI.
- KIRKEGAARD, J. A. 2004. Evaluating biofumigation for soil-borne disease management in tropical vegetable production. *ACIAR Review Report LWR2/2000/114*.
- KIRKEGAARD, J. A. Y MATTHIESSEN, J. N. 2004. Developing and refining the biofumigation concept. *Proceedings 1st International Symposium on Biofumigation*, 31 March-1 April 2004, Florence, Italy.
- LOUWS, F.J.; RIVARD, C.L. Y KUBOTA, C. 2010. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropod and weeds. *Scientiae Horticulturae* 127:127-146.
- MARTINENGO, I. 1995. La solarización del suelo. Seminario EEA INTA San Pedro, 27 de septiembre de 1995.
- MARTINEZ, S.; DUCASSE, A.; GARBI, M.; ANDREAU, R.; MORELLI, G. Y ETCHEVERRY, M. 2012. Rendimiento y respuesta fenológica de tres híbridos de tomate injertados sobre pie Maxifort y conducidos en suelos con nemátodos. XXXV Congreso Argentino de Horticultura. Corrientes. Libro de resúmenes. Pág 362.
- MATTHIESSEN, J. 1996. Glucosinolate analysis of *Brassica* collection completed. *Biofumigation Update*. No. 4. Junio 1996.
- MATTHIESSEN, J. Y KIRKEGARD, J. *Biofumigation Update*. Disponible en: http://www.ento.csiro.au/research/pestmgmt/biofumigation/newsletter_list.htm. Consultado el 25/07/13.
- MITIDIERI, M. S.; BRAMBILLA, M. V.; POLACK, A. L.; DEL PARDO, K. C.; CONSTANTINO, A.; CHAVES, E.; CURÁ, A. J.; RIBAUDO, C. M.; SARTI, G. C.; MALDONADO, L. Y AMMA, A. T. 2004. Aumentos en el rendimiento como consecuencia de la aplicación de solarización y biofumigación en cultivo de tomate bajo cubierta. XXVII Congreso Argentino de Horticultura. ISBN-950-609-036-X. Merlo, san Luis, Septiembre 2004.
- MITIDIERI, M. 2005. La biofumigación en el marco del manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hortícolas. Disponible en: http://anterior.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/2005/mm_0507.htm. Consultado el 25/07/13.
- MITIDIERI, M. S., BRAMBILLA, M. V., PIRIS, M.; PIRIS, E. Y MALDONADO, L. 2005. El uso de portainjertos resistentes en cultivo de tomate bajo cubierta: resultados sobre la sanidad y el

rendimiento del cultivo. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210791.pdf>. Consultado el 25/07/13.

MITIDIERI, M.S., BRAMBILLA, M.V., BARBIERI, M. O, PIRIS, E. Y CHAVES. 2009. La biofumigación y el uso de portainjertos resistentes en el marco del manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de tomate bajo cubierta. Disponible en:

<http://inta.gob.ar/documentos/la-biofumigacion-y-el-uso-de-portainjertos-resistentes-en-el-marco-del-manejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades-en-cultivos-de-tomate-bajo-cubierta/>.

Consultado el 25/07/13.

MITIDIERI, M.; BRAMBILLA, V.; SALIVA, V.; PIRIS, E.; PIRIS, M.; CELIÉ, R.; PEREYRA, C.; DEL PARDO, K.; CHAVES, E. Y GONZÁLEZ, J. 2009. Efecto de distintas secuencias de tratamientos de biofumigación sobre parámetros fisicoquímicos y biológicos del suelo, el rendimiento y la salinidad de cultivos de tomate y lechuga bajo cubierta. Horticultura Argentina, vol. 28, n. 67. p. 5-17.

MITIDIERI, M. S.; BRAMBILLA, M. V.; BARBIERI, M.; PERALTA, R.; ARPÍA, E.; CELIÉ, R.; PIRIS, M.; PIRIS, E.; GONZALEZ, J.; DEL PARDO, K. Y CHAVES, E. 2011. Evaluación de tratamientos repetidos de biofumigación en cultivo de tomate bajo cubierta: una experiencia a largo plazo. En: Seminario de horticultura urbana y periurbana. Buscamos soluciones entre todos. Eds. Mitidieri M., Corbino G. y Constantino A. INTA, Estación Experimental Agropecuaria San Pedro 1 y 2 de noviembre de 2011. ISBN 978-987-679-093-2. Pág 49-60.

MITIDIERI, M. S.; BRAMBILLA, M. V.; BARBIERI, M.; ARPÍA, E.; MALDONADO, L; CELIÉ, R.; PIRIS, M.; PIRIS, E. Y CAP. G. 2011. Plantas injertadas sobre pies resistentes: una solución para el cultivo de tomate. En: Seminario de horticultura urbana y periurbana. Buscamos soluciones entre todos. Eds. Mitidieri M., Corbino G. y Constantino A. INTA, Estación Experimental Agropecuaria San Pedro 1 y 2 de noviembre de 2011. ISBN 978-987-679-093-2. Pág. 61-64.

MITIDIERI, M. 2011. Biofumigación e injertos: dos técnicas que se complementan para una horticultura de bajo impacto ambiental. En: Seminario de horticultura urbana y periurbana. Buscamos soluciones entre todos. Eds. Mitidieri M., Corbino G. y Constantino A. INTA, Estación Experimental Agropecuaria San Pedro 1 y 2 de noviembre de 2011. ISBN 978-987-679-093-2. Pág. 65-67.

MITIDIERI, M; CAP, G.; BRAMBILLA, V.; PIRIS, E; BARBIERI, M.; ARPÍA, E Y CELIÉ, R. 2011. Evaluación de *Solanum sisymbriifolium* y portainjertos comerciales de tomate y pimiento como pie de injerto. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Buenos Aires. Libro de Resúmenes. Pág 397.

MITIDIERI, M.; REDOLATTI, J.; CORBALÁN, M.; CELIÉ, R.; PERALTA, R.; BRAMBILLA, V.; BARBIERI, M.; SCHIAVONI, E. Y CAP. G. 2012a. Evaluación del rendimiento y sanidad de raíces para la combinación de Elpida y cuatro portainjertos comerciales. I Jornadas nacionales de tomate fresco. La Plata. Libro de resúmenes. Pág 5.

MITIDIERI, M; PIRIS, E; ARPÍA, E.; CELIÉ, R.; PERALTA, R.; BRAMBILLA, V.; BARBIERI, M.; SCHIAVONI, E. 2012b. Evaluación del portainjerto 500294 en combinación con los híbridos Silverio, Superman y Elpida. I Jornadas nacionales de tomate fresco. La Plata. Libro de resúmenes. Pág 40.

MITIDIERI, M. S.; PIRIS, E.; BRAMBILLA, V.; BARBIERI, M; CAP, G.; GONZÁLEZ, J.; DEL PARDO, K.; CIAPONE, M.; PIRIS, E BARBIERI, M.; CELIÉ, R.; ARPÍA, E., PERALTA, R.; VERÓN¹, R. Y SANCHEZ, F. 2013. Evaluación de *Solanum sisymbriifolium* (Lam.) como pie de injerto en cultivo de tomate bajo cubierta.

MITIDIERI, M. 2012. Efecto de la biofumigación en la sanidad y rendimiento de hortalizas de hoja. Disponible en: <http://www.ustream.tv/recorded/25183516>. Consultado el 25/07/13. Consultado el 25/07/13.

MORRA, M. J. Y KIRKEGAARD, J. A. 2002. Isothiocyanate release from soil-incorporated *Brassica* tissues. Soil Biology & Biochemistry 34: 1683-1690.

NAKAMA, M. Y BUALÓ, R. 2001. Sistema de injerto en berenjena. XIII Congreso Argentino de Horticultura. Mendoza.

PACHECO, R. 2012. Efecto de diferentes portainjertos sobre el crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL.) bajo invernadero plástico. I Jornadas nacionales de tomate fresco. La Plata. Libro de resúmenes. Pág 4.

PATTISON, T.; MARTIN, T.; AKIEW, S.; VERSTEEG, C. AND KIRKEGAARD, J. 2003. Can *Brassicas* be used to manage root-knot nematode in tropical vegetal production? Australasian Nematology Newsletter. 14(2): 16-19.

PIRIS, E; BRAMBILLA, V.; ARPÍA, E.; CELIÉ, R.; PERALTA, R.; BARBIERI, M.; SCHIAVONI, E.; IÑIGUEZ, T.; CAP, G.; GALLARDO, G. Y MITIDIERI, M. 2012. Evaluación de combinaciones de híbrido y portainjerto frente a la susceptibilidad a *Nacobbus aberrans*. I Jornadas nacionales de tomate fresco. La Plata. Libro de resúmenes. Pág 41.

- PLOEG, A. T., RIVERSIDE, U. C., STAPLETON, J. J. 2001. The effects of temperature, time, and amendment of soil with broccoli residues on the infestation of melos (*Cucumis melo* L.) by two root-knot nematode species. UC Plant Protection Quarterly. Disponible en: <http://kare.ucanr.edu/files/123916.pdf>. Consultado el 25/07/13.
- PUNG, H. 2002. Successful use of biofumigant green manure crops for soil-borne disease control. Biofumigation Update. No. 16, Noviembre 2002.
- RIEGEL C. Y NOE J. P. 2000. Chicken litter soil amendment effects on soilborne microbes and *Meloidogyne incognita* on cotton. Plant Dis. 84:1275-1281.
- RIVARD, C. Y LOUWS, F. 2013. Grafting for diseases resistance in heirloom tomatoes. NC Cooperative Extension. Disponible en: <http://www4.ncsu.edu/~clrivard/TubeGraftingTechnique.pdf>. Consultado el 30/07/13.
- RODRIGUEZ-KABANA, R.; MORGAN-JONES G. Y CHET, I. 1987. Biological control of nematodes: soil amendments and microbial antagonists. Plant and Soil : 237-247.
- ROSA, E. A. S. Y RODRÍGUEZ, P. M. F. 1999. Towards a more sustainable agriculture system: the effect of glucosinolates on the control of soil -borne diseases. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 74 (6) 667-674.

Principales nematodos que afectan al tomate y pimiento

Guillermo Cap. INTA Balcarce.

Uno de los propósitos del cultivo intensivo bajo cubierta es el de extender la estación de cultivo de hortalizas, frutas y ornamentales a diferentes latitudes, protegiéndolas de las adversidades climáticas y de ciertas plagas. El ambiente dentro de los invernáculos es por lo general húmedo y cálido, condiciones que promueven el buen crecimiento de las plantas pero también son ideales para el desarrollo de plagas y enfermedades de distinto origen. Bajo estas condiciones, los nematodos parásitos de plantas (NPP) pueden tener varias generaciones anuales. Comúnmente, los sistemas de cultivo son altamente tecnificados y se practica el monocultivo y los patógenos y plagas presentes en el suelo, entre ellos los NPP, tienden a incrementar sus poblaciones a no ser que el suelo sea completamente esterilizado. Este procedimiento que frecuentemente se ha realizado mediante fumigación con BrCH₃ (Zasada *et al.*, 2010) o calor, remueve la mayor parte de la microflora del suelo y así, los patógenos que de alguna forma reingresan al sistema, no encuentran competencia ni antagonistas. Si bien la finalidad del cultivo bajo cubierta es proteger al cultivo de las condiciones adversas, es difícil excluir a la mayoría de los patógenos. Entre ellos, los NPP pueden ser transportados de áreas infestadas a través del calzado, maquinaria, agua de riego, plantas arvenses que actúan de hospederos, etc. Los NPP son prácticamente imposibles de erradicar del suelo, sea por sus estados de resistencia y/o profundidad que logran alcanzar en el perfil, a la cual no llegan los fumigantes, ni el calor, etc. provistos por diversos tratamientos sanitarios.

Más del 90 % de la energía que fluye a través del ecosistema eventualmente pasa por la cadena trófica del suelo. Las cadenas alimenticias en el hábitat de cada dominio están conectadas en una intrincada red debajo de la superficie, que rápidamente transforma y transfiere materiales, partículas y organismos a través de escalas espaciales que cubren de centímetros a kilómetros. La pérdida de especies y por ende del rol que cumplen en estos dominios (suelo, ríos subterráneos, sedimentos, etc.), se traduce en efectos directos e indirectos asociados al servicio que presta el ecosistema. Observamos con frecuencia que la sobre explotación de un servicio puede ir en detrimento de otro, enfatizando que el balance entre las estrategias de manejo del ecosistema dentro y entre dominios puede ser importante y debe ser considerado en los análisis de ecosistemas complejos. Las alternativas lineales de manejo usualmente contemplan un solo servicio del ecosistema. Por ejemplo, la esterilización del suelo mediante fumigación. La respuesta al tratamiento es inmediata y efectiva en el corto plazo. La productividad aumenta como asimismo la polución de otros dominios como el agua, el suelo y el aire, pero hacia el final del ciclo y/o en la campaña siguiente, usualmente se observa un crecimiento explosivo de la población de NPP u otros patógenos, al dejar el suelo libre de antagonistas. De esta forma se genera una tecnología insumo dependiente, no siempre accesible para todos los niveles productivos y con un costo ambiental elevado que va degradando paulatinamente el capital más valioso del que dispone el productor, que es la tierra. Un accionar integrador de las distintas alternativas de control no convencional (sin agroquímicos) disponibles y posibles de desarrollar tanto a nivel predial, productivo organizativo, empresarial, puede resultar, en algunos casos tal vez no en lo inmediato, sumamente beneficioso para una agricultura productiva y sustentable (Tomich *et al.*, 2011).

Un 50% de las especies de nematodos conocidas (más de 20.000) viven en ríos y mares son formas de vida libre (NVL), que se alimentan de plancton principalmente. Un 25% está constituido por NVL presentes en el suelo (bacteriófagos, micófagos, saprófagos y predadores), que juegan un rol preponderante en el reciclado de la materia orgánica. Un 15% de las especies descritas en el mundo comprende formas parásitas de animales (NPA), y sólo un 10% está constituido por especies de NPP. El manejo de los agroecosistemas provoca modificaciones de la trama trófica del suelo, favoreciendo unas formas de nematodos sobre otras (Barker *et al.*, 1998).

Los NPP se hallan distribuidos en el mundo entero y ocasionan pérdidas económicas en diversos cultivos que oscilan entre un 5-80% y, en casos extremos, el perjuicio puede ser total (Franco *et al.*, 1999).

NPP frecuentemente observados en cultivos de tomate y pimiento

Nematodo del nudo de la raíz, *Meloidogyne* spp.:

Las especies de estos NPP atacan un gran número de plantas frutales, hortícolas, florales, nogal, almendro, duraznero, ciruelo, olivo, banano, tomate, pimiento, apio, berenjena, lechuga, zapallo, pepino, zanahoria, papa, batata, acelga, frutilla, crisantemo, clavel, gladiolo, rosa, begonia, caladium, peonias, cactus, etc. Se caracterizan por inducir la formación de cecidias o agallas en las raíces, lo cual impide una normal absorción de agua y nutrientes por parte de la planta. El estado infectivo es el huevo que se encuentra agrupado en masas de 100 a 500 (hasta 1.200 huevos en algunos casos), protegidos por una matriz gelatinosa secretada por las glándulas caudales de la hembra.

Estas masas de huevos se encuentran en el suelo o en los restos de raíces del cultivo anterior. Al incrementarse la humedad y temperatura del suelo, las larvas de segundo estadio eclosionan del huevo (la primera muda tiene lugar dentro del mismo), y penetran en el vegetal por las raicillas secundarias, atraviesan la corteza hasta alcanzar el cilindro central de la raíz, en donde se encuentran los haces vasculares. Allí se tornan sedentarias. Una vez alcanzado el estado adulto, los machos abandonan la raíz, mientras que las hembras continúan fijas el resto de su vida y adquieren una forma globosa. El ciclo de vida se completa entre 25 y 60 días en función de la temperatura del suelo. Con unos 500 días grado el ciclo se cierra en 25 días. Las temperaturas de 25 a 30 °C son las ideales para el crecimiento y desarrollo de este NPP. Temperaturas inferiores a 10 °C o superiores a 33 °C interrumpen el desarrollo de las hembras. El estado de resistencia lo constituye el huevo y las larvas de segundo estadio. El género incluye a más de 60 especies y razas o biotipos. Entre las especies más frecuentes observadas en tomate y pimiento se encuentran: *M.incognita*, *M.arenaria*, *M.javanica*, y *M.hapla*. (Doucet y Pinochet, 1992, Doucet 1999).

Falso nematodo del nudo de la raíz, *Nacobbus aberrans*:

Este NPP posee un amplio rango de hospedantes entre los que se encuentran un gran número de especies cultivadas y no cultivadas, tales como: papa, tomate, zapallo, berenjenas, pimiento, acelga, remolacha, frutilla, *Amaranthus*, *Brassica campestris*, *Datura* sp., *Stellaria media*, etc. Es una plaga de importancia en varios países del continente Americano: Bolivia, Perú, Argentina, México, Chile, USA (Manzanilla-López 2010). Ocasiona síntomas similares a los mencionados para *Meloidogyne* aunque los nódulos suelen ser de mayor tamaño y con emisión de pelos radiculares secundarios. Otra característica es la acumulación de almidón en los sitios de alimentación del nematodo. Al seccionar las agallas y teñirlas con solución de yodo, estos tejidos se tiñen de azul, permitiendo identificar la presencia de este nematodo. Estos nódulos en las raíces impiden una normal absorción y aprovechamiento del agua y nutrientes por parte de la planta. Las pérdidas de rendimiento oscilan entre un 5 y 60% (Cap et al., 1981). En la región andina boliviana las pérdidas ocasionadas por *Nacobbus* en papa, se estiman en U\$S 53.000.000 de dólares (Franco et al., 1999).

El material infectivo lo constituyen los huevos, larvas de 2do, 3er, 4to estadio, y las hembras filiformes jóvenes. Las larvas de 3er y 4to estadio, tienen la capacidad de permanecer en estado de quiescencia o dormancia. Las larvas, hembras jóvenes y machos, penetran en las raíces y barrenan el parénquima cortical ocasionando lesiones necróticas. Como consecuencia se produce la muerte de raicillas y descortezado. La hembra joven, filiforme, luego de migrar y copular en el suelo, ingresa nuevamente y se establece en el cilindro central perdiendo su capacidad de movimiento y tornándose sedentaria. Allí comienza a aumentar el tamaño de su cuerpo tomando una forma de palo de amasar engrosado o saco. El ciclo de vida se cumple entre 40-60 días. *Nacobbus* no es tan susceptible a las bajas temperaturas y se lo suele detectar en raíces de acelga y remolacha durante el invierno. El "falso nematodo del nudo" constituye un serio problema en papa semilla y en otras Solanáceas de importancia económica como tomate, pimiento, berenjena, tabaco, etc. Sus poblaciones de diferentes orígenes geográficos, presentan variabilidad patogénica frente a ciertos hospedantes, mientras sus características morfológicas y morfométricas son similares (Baldwin y Cap, 1992).

Nematodos que se enquistan, *Globodera*, *Heterodera* spp.:

Parasitan papa, tomate, berenjena, remolacha, repollo, coliflor, brócoli, soja, trigo, avena, cebada, tréboles, remolacha azucarera, tabaco, etc. y en ornamentales, algunas especies de cactus son muy sensibles al ataque de estos nematodos. Entre las especies de mayor importancia, en nuestro país se encuentran *Globodera pallida*, recientemente detectada sobre papa andina, *Solanum tuberosum* spp. andigena en Salta (Lax et al., 2005), *Globodera tabacum tabacum* en asociación con hortalizas, tabaco, (Chaves, 1987). El material infectivo lo constituye el "quiste"

que es el cuerpo endurecido de la hembra muerta. En el interior del mismo se encuentran los huevos, protegidos de los factores adversos del medio (temperatura, humedad, productos químicos, etc.). Las larvas eclosionan y emergen del quiste, atraídas por los exudados de las raíces de las plantas huésped. En éstas últimas completan su crecimiento y desarrollo en unos 40 días. Sobre las raicillas pueden observarse a ojo desnudo las hembras maduras, como pequeñas esferas (*Globodera*) o de forma alimonada (*Heterodera*), de color blanco, amarillo o marrón, con el cuello embebido en la corteza de la raíz.

Nematodo lesionante, *Pratylenchus* spp.:

Las especies del nematodo lesionante parasitan a más de 500 especies de plantas. Ataca varias especies frutales y la mayoría de las especies hortícolas, como así mismo florales, ornamentales como rosa, amapola, pensamiento, crataegus, etc., soja, maní, girasol, trigo, forrajeras, etc. Las larvas y hembras se introducen en las raíces y barrenan el parénquima cortical alimentándose de las células de la corteza. Como consecuencia se observa en las raíces zonas más o menos extensas de tejido muerto que se caracteriza por su color marrón oscuro o negro.

Entre las especies más importantes en el país se encuentran: *P. brachyurus*, *P. goodeyi*, *P. penetrans*, *P. scribneri*, *P. pseudopratensis*, *P. pratensis*, *P. neglectus*, *P. hexincisus*, *P. vulnus*, *P. thornei* y *P. zeae*.

Nematodos ectoparásitos:

La presencia de puntuaciones necróticas en la superficie de la raíz es el resultado del ataque de estos nematodos. En infestaciones severas provocan la detención de crecimiento y clorosis. Se alimentan de la mayoría de las especies vegetales cultivadas.

Aquí encontramos a los nematodos "espiralados" del género *Helicotylenchus* con varias especies cosmopolitas y con un amplio rango de hospedantes. Frecuentemente se incluye en este grupo de nematodos espiralados a otros géneros de la familia *Hoploloaimidae*, tales como *Aorolaimus*, *Peltamigratus*, *Hoplolaimus*, *Rotylenchus*, *Scutellonema*, etc.

Algunos ectoparásitos producen agallas en el ápice de las raicillas secundarias, un ejemplo es el "nematodo daga" *Xiphinema* sp., en plantas de rosa o *Hemicycliophora* sp en raíces de cítricos.

Todos los nematodos vectores de virus fitopatógenos son ectoparásitos migratorios y los encontramos en dos órdenes de la clase *Adenophorea*: *Dorylaimida* y *Triplonchida*. Los dos grupos que contienen vectores de virus son los longidoridos: *Longidorus*, *Paralongidorus* y *Xiphinema* en *Dorylaimida* y los trichodoridos: *Paratrachodoros* y *Trichodoros* en *Triplonchida*.

Los nematodos longidoridos transmiten nepovirus, constituidos por partículas isométricas de 28-20 nm de diámetro. La mayoría de los nepovirus tienen un amplio rango de hospedantes, son transmisibles por semilla, polen y savia.

Los trichodoridos transmiten tobnavirus, cuyas partículas son rodillos tubulares de 23 nm de diámetro y 45-115 o 180-210 nm de largo. Se conocen hasta el momento 3 tobnavirus todos transmisibles por nematodos.

En 1958 *Xiphinema index*, fue el primer NPP descrito como vector natural del virus del abanico de la vid o Grapevine fanleaf virus (nepovirus). Otros virus transmitidos por longidoridos incluyen: Tomato black ring virus (TBRV), Tobacco ringspot virus (TRSV), Tomato ringspot virus (ToRSV), afectando un gran número de especies frutales, ornamentales, florales y hortícolas.

En cuanto a los trichodoridos tenemos: Tobacco rattle virus (TRV) y Pea early-browning virus (PEBV), con más de 400 huéspedes entre plantas leñosas y herbáceas incluyendo anémonas, alcaucil, aster, cereales, maíz, azafrán, ciclamen, fresia, gladiolo, jacinto, lirio, narciso, orquídeas, petunia, flox, tulipán, pimienta, papa, espinaca, tabaco, etc.

Manejo

Diversas estrategias deben ser complementadas para mitigar el accionar de los NPP (Zasada *et al.*, 2010): monitoreo y prevención; empleo de variedades resistentes; uso de antagonistas; métodos físicos; prácticas culturales; biofumigación, solarización, etc.

Es fundamental el monitoreo de la plaga antes de emprender cualquier tipo de producción. Se debe conocer qué especies se encuentran involucradas y los niveles de infestación, con el fin de escoger las alternativas apropiadas para bajar la densidad poblacional de estos patógenos.

En este sentido, la revisión del material de propagación, tales como plántulas y los sustratos que las contienen, pueden evitar resultados no deseados. El análisis del suelo antes de asentar el cultivo, puede indicarnos la necesidad o no de llevar a cabo un tratamiento sanitario,

escoger un cultivar resistente, emplear un pie de injerto (Martínez *et al.*, 2012; Mitidieri *et al.*, 2005), instalar un cultivo trampa (Caetano *et al.*, 2012), etc., (Trivedi y Barker, 1986).

En el país las variedades de tomate determinado para industria Ronita y Planeuco resistentes a *Meloidogyne*, han dado muy buenos resultados en suelos infestados con *Meloidogyne incognita* en la región de Cuyo y Valle del Río Negro. Se debe tener en cuenta que la resistencia en tomate sólo se expresa contra *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica* y es termosensible (no se expresa con temperaturas de suelo superiores a 33°C), no hay variedades con resistencia a *M. hapla* como tampoco se encuentran disponibles hasta el momento variedades de tomate y pimiento con resistencia a *Nacobbus aberrans* (Veremis *et al.*, 1997; Alvarez, 1999, Cap *et al.*, 1991).

Los NPP cuentan con una serie de enemigos naturales (Puertas Arias, 2010) tales como rizobacterias (*Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *B. sphaericus*, *B. thuringiensis*, Márquez y Fernández, 2006), hongos (*Pochonia*, *Paecilomyces*, *Arthobotrys*, etc.), actinomicetes (*Pasteuria* spp, Gómez *et al.*, 2010), micorrizas (*Glomus*), nematodos entomopatógenos, (NEP), (Pérez y Lewis, 2020), que pueden ser incorporados como antagonistas en las estrategias de manejo (Mayer y Roberts, 2002; Ciancio, y Mukerji, 2008).

Entre los métodos físicos la solarización brinda buenos resultados, requiere un buen nivel de heliofanía y por lo menos unos 30-60 días para alcanzar un nivel de temperatura que provoque la disminución de la densidad poblacional de NPP (Maero *et al.*, 2007).

En cuanto a las prácticas culturales se encuentran las rotaciones, la incorporación de enmiendas orgánicas, utilización de plantas trampa (Gómez *et al.*, 2009), cultivos de ciclo corto, biofumigación (Bongiorno *et al.*, 2009; Mitidieri *et al.*, 2009), fertilización, barbechos limpios e higiene.

Bibliografía

- ALVAREZ, C. 1999. Búsqueda de resistencia en *Capsicum* spp. al "falso nemátodo del nudo radicular" *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935). Tesis. 70 pp.
- BALDWIN, J.G. Y CAP, G.B.. 1992. Systematics of *Nacobbus*, the false root-knot nematode. En: F.S.Gommers y P.W.Th.Mass editores.Publicado por European Society of Nematologists. Inc.Inwergonie Dundee, Scotland. p.p.: 101-112.
- BARKER, K.R.; G.A. PEDERSON Y G.L. WINDHAM. Eds. 1998. Plant and Nematode Interactions. American Society of Agronomy, Inc. Agronomy Series N° 36; 771 pp.
- BONGIORNO, M.; LARROSA, C.; MAIDANA, A.; ARENAS, M.; CRUZ, Y.; LÓPEZ, M., GIANUZZI, L. Y CAP, G. 2009. *Biofumigación con recursos locales: el caso de la producción hortícola de los quinteros del Parque Pereyra Iraola*. LEISA, revista de agroecología.25(4):25-28.
- CAETANO DIAS, M.; CONCEICAO, I.L.; ABRANTES, I. Y CUNHA, M.J.2012. *Solanum sisymbriifolium* a new approach for the management of plant-parasitic nematodes. Eur.J.Plant Pathol. 133:171-179.
- CAP, G.B.; FATLHAUSER, P.; CASTELLANO, S. Y GRONDONA, M. 1981. Control de nematodos en un cultivo de tomate y su expresión en los rendimientos. IV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Córdoba, 19-21 de Agosto.
- CAP; G.B., ROBERTS; P.A., THOMASON, I.J. Y MURASHIGE, T. 1991. Embryo culture of *Lycopersicon esculentum* X *L. peruvianum* hybrid genotypes possessing heat stable resistance to *Meloidogyne incognita*. Journal of the American Society of Horticultural Science 116 (6): 1082-1088.
- CIANCIO, A. Y K.G. MUKERJI.2008. Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes. Springer. 364 pp.
- CHAVES, E.J. 1987. Cyst nematodes (Heteroderidae) from Argentina. Nematologica, 33:22-33.
- DOUCET, M.E. Y PINOCHET, J. 1992. Occurrence of *Meloidogyne* spp. in Argentina. Supplement to Journal of Nematology 24(4S):765-770.
- DOUCET, M.E.1999. Nematodos del suelo asociados con vegetales en la República Argentina. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Serie Nro 24. ISBN 987-9366-14-3; 259 pp.
- FRANCO J.; J. RAMOS; R. OROS; G. MAIN Y N. ORTUÑO. 1998/1999. Pérdidas Económicas Causadas por *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp en el Cultivo de la Papa en Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa 11: 40-66.
- FRANCO-NAVARRO, F.; CID DEL PRADO-VERA, I. ; ZAVALETA-MEJÍA, E. Y SÁNCHEZ-GARCÍA, P.2002. Aplicación de enmiendas orgánicas para el manejo de *Nacobbus aberrans* en tomate. Nematropica, 32:113-124.
- GÓMEZ, L.; GONZÁLEZ, E; R. ENRIQUE; HERNÁNDEZ, M.A. Y RODRÍGUEZ, M.G.2010. Uso de la biofumigación para el manejo de *Meloidogyne* spp. en la producción protegida de hortalizas. Rev. Protección Vegetal 25(2):119-123.

GÓMEZ, L.; GANDARILLA, H.; RODRÍGUEZ, M. G. 2010. *Pasteuria penetrans* como agente de control biológico de *Meloidogyne* sp. Rev. Protección Veg. 25(3): 137-149.

GÓMEZ, L.; RODRÍGUEZ, M.G.Y R. ENRIQUE. 2009. Efectividad de *Lactuca saiva* como planta trampa de *Meloidogyne* spp. en la producción protegida de hortalizas. Rev. Protección Vegetal 24(3):173-176.

LAX, P.; S. MANDURIC; M.DOU CET; C. GALLARDO Y S. MURUAGA DE L'ARGENTIER. 2005. Primera cita del nematodo blanco del quiste de la papa, *Globodera pallida*, en Argentina continental. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 19-22 de abril de 2005. ALF. Pp.:500.

MÁRQUEZ GUTIÉRREZ, M.E. Y FERNÁNDEZ GONZÁLVEZ, E. 2006. Selección de cepas de *Bacillus thuringiensis* con efecto nematocida. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) N°78:63-69.

MAERO, E.; AZPILICUETA, C. Y ESCANDE, A. 2007. Solarización: una alternativa no-química para el manejo de fitonematodos. Avances en Horticultura 5:1-6. Disponible en: http://www.horticulturaar.com.ar/avances_en_horticultura.htm. Consultado el 15/07/13.

MANZANILLA-LÓPEZ, R.H.;2010. Speciation within *Nacobbus*: consilience or controversy? Nematology, 12(3):321-334.

MARTÍNEZ, S.; GARBI, M.; ANDREAU, R.; MORELLI, G.; ZEOLI, F. Y CAP, G.B. 2012. Combinaciones pie-injerto en tomate. Informe FrutiHortícola. Disponible en: http://www.infofrut.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1488:combinaciones-pie-injerto-en-tomate&catid=26&Itemid=300004. Consultado el 15/07/13.

MEYER, S.L.F. y D.P. ROBERTS. 2002. Combinations of biocontrol agents for management of plant-parasitic nematodes and soilborne plant-pathogenic fungi. Journal of Nematology 34(1):1-8.

MITIDIERI, M.; BRAMBILLA, V.; SALIVA, V.; PIRIS, E.; PIRIS, M.; CELIÉ, R.; PEREYRA, C.; DEL PARDO, K.; CHAVES, E. Y GONZÁLEZ, J. 2009. Efecto de distintas secuencias de tratamientos de biofumigación sobre parámetros fisicoquímicos y biológicos del suelo, el rendimiento y la salinidad de cultivos de tomate y lechuga bajo cubierta. Horticultura Argentina 28(67):1-13

MITIDIERI, M.S.; BRAMBILLA, M.V.; PIRIS, M.; PIRIS, E. Y MALDONADO, L. 2005. El uso de portainjertos resistentes en cultivos de tomate bajo cubierta: resultados sobre la sanidad y el rendimiento del cultivo. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210791.pdf>. Consultado el 15/07/13.

NIQUÉN BARDALES, E. C.; VENIALGO C.; CRISPÍN, A. 2000. La Biofumigación Solarización en Otoño, para el Control de Nematodos. 3 p. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/agrarias/menu.htm>. Consultado el 15/07/13.

PEREZ, E.E. Y E. E. LEWIS. 2002. Use of entomopathogenic nematodes to suppress *Meloidogyne incognita* on greenhouse tomatoes. Journal of Nematology 34(2):171-174.

PUERTAS ARIAS, A. 2010. Control biológico: ¿Una opción eficaz para el manejo de nematodos formadores de agallas? www.monografias.com

TOMICH, T.P.; BRODT, S.; FERRIS, H.; GALT, R.; HORWATH, W.R.; KEBREAB, E.; LEVEAU, J.H.J; LIPTZIN, D.; LUBELL, M.; MEREL, P.; MICHELMORE, R.; ROSENSTOCK, T.; SCOW, K.; SIX, J.; NEAL, W. Y YANG, L. 2011. Agroecology: a review from a global-change perspective. Annu. Rev. Environ. Resour. 36:193-222.

TRIVEDI, P.C. Y BARKER, K.R.1986. Nematological Reviews-Management of nematodes by cultural practices. Nematropica 16(2):213-236.

VEREMIS, J.C.; CAP, G.B. Y ROBERTS, P.A. 1997. A search for resistance in *Lycopersicon* to *Nacobbus aberrans*. Plant Disease Vol.81 (2): 217-221.

ZASADA, I.A.; HALBRENDT, J.M.; KOKALIS-BURELLE, N.; LAMONDIA, J.; MCKENRY, M.V. Y NOLING, J.W. 2010. Managing nematodes without methyl bromide. Annu.Rev.Phytopathol.48:311-328.

La rotación de cultivos como una estrategia de control de nematodos sin bromuro de metilo

Pablo Gauna. INTA Bella Vista.

Los nematodos y la rotación de cultivos

Problemas

Todos los cultivos de invernaderos son susceptibles a nematodos que producen agallas en las raíces, ocasionando retardo del crecimiento y disminución de rendimiento.

El extendido tiempo de cultivo (tomate o pimiento) en el invernadero no permite la rotación con otro cultivo.

Se conoce muy poco sobre la vida de los nematodos fitoparásitos. Estos provocan pérdidas no inferior al 10% de la producción mundial, es decir 1/3 de las pérdidas atribuidas a plagas y enfermedades (Whitehead, 1998).

Existe poca difusión sobre especies vegetales que se pueden plantar como no hospedantes y en que época utilizarlas, por ej. pastos y cereales (gramíneas).

No se aplica un manejo integrado de suelo. Los métodos de lucha utilizados difícilmente evitarán las infecciones de nematodos.

Alternativas de manejo

- Acortar el tiempo del cultivo.
- Asociar el cultivo con plantas nematicidas.
- Consociar con abonos verdes.
- Buscar semillas de plantas silvestres que pueden incorporarse como nematicidas.

Tendencias

El copete (*Tagetes patula*) se cultiva en España y Brasil en la época de descanso o barbecho. Las crotalarias se cultivan en Brasil logrando un control de diferentes nematodos.

La mucuna se cultiva en Ecuador en época primavera-estival entre cultivos perennes.

El ricino dio muy buenos resultados en el control de nematodos en Brasil.

La rotación con un cultivo no hospedante es a menudo adecuada por sí misma para evitar que las poblaciones de nematodos alcancen los niveles de daño económico. Sin embargo, es necesario identificar previamente las especies de nematodos para saber qué plantas son sus hospedantes y las no hospedantes. Una regla general es rotar los cultivos que no están relacionados entre sí. Por ejemplo, la rotación de calabaza con pepinos, no será efectiva para mantener las poblaciones de nematodos bajas por pertenecer ambas especies a la misma familia. Una calabaza con rotación de pimiento podría ser más eficaz.

Crotalaria o mucuna y gramíneas como el centeno son generalmente resistentes a los nematodos. Rotaciones con estas especies no sólo ayudan a prevenir las poblaciones de nematodos sino que también ayudan a controlar enfermedades e insectos plagas.

Los aleloquímicos son compuestos producidos por los vegetales que afectan al comportamiento de otros organismos en el entorno de la planta. Por ejemplo, el pasto Sudán y sorgo contiene un producto químico, durrina, que se degrada y tiene efecto nematicida.

La toxicidad de las Brassicas no se atribuye a la glucosinolato intactos, sino a los subproductos liberados por la degradación enzimática; ellos no matan directamente nematodos, sino más bien interfieren con sus ciclos reproductivos. Estos productos de degradación son similares a la del fumigante químico sintético VAPAM.

Otro cultivo (no brassica) que actúa como un nematicida es *Tagetes erecta*. Al parecer, los nematodos son atraídos a las raíces de (Marigold o maravilla o caléndula mexicana), pero la raíz

libera ozono, matando al nematodo. La siembra de pocas plantas no será eficaz. Para obtener el máximo beneficio, un cultivo de cobertura de las maravillas, libre de malezas, se deben plantar durante una temporada completa.

Tomates plantados dos semanas después que caléndulas africanas o chinchilla (*Tagetes minuta*) fueron incorporadas en el suelo, mostraron una reducción del 99% de daños por el nematodo de la lesión en comparación con un tomate testigo. El uso de caléndula francesa (*Tagetes patula*) es la forma más eficaz en reducir las poblaciones de nematodos de los nudos radicales. La mayoría de los cultivares eficaces son los que germinan rápidamente, creciendo con fuerza, y con raíces que penetran profundamente.

La mayoría de las plantas nematicidas crecen mejor en el pH que favorece a los nematodos.

Resultados en INTA Bella Vista (Corrientes)

En 2007 se comenzó a plantar tomate y consociar con cereales de invierno (trigo, avena, avena forrajera y centeno). Se encontró una reducción de nematodos.

Luego se evaluó *Brachiaria* en el cultivo de tomate; al medir rendimiento éste no fue afectado, los valores se mantuvieron normales. También se constató el control de nematodos.

Se empleó sorgo forrajero al finalizar el cultivo para incorporar el rastrojo. Se adelantó la siembra del mismo en el invernadero mientras todavía se cosechaba tomate.

En la última prueba se utilizó pasto pangola (*Digitaria decumbens*) desde el inicio de cultivo pero se observó una alelopatía con el tomate y no prosperó.

Lista de plantas que se pueden usar:

Nematodos	Verano	Invierno
<i>M. incognita</i>	<i>Crotalaria spectabilis</i> , <i>C. breviflora</i>	Centeno, cebada, trigo, avena
	Maní	Raigrás, Festuca, Agropiro
	<i>Indigofera hirsuta</i> (índigo velludo)	
<i>M. incognita</i>	<i>Raphanus sativa</i> var. Oleífera (rábano)	Vetiver grass (<i>Chrysopogon zizanioides</i>)
	<i>Brachiaria</i>	Mostaza (<i>Brassica</i> sp.)
	Sorgo	
	Maíz	Coriandro

Las plantas pueden defenderse de los nematodos por la liberación de sustancias tóxicas en los exudados (Veech, 1981). Estas sustancias pueden ser:

Aminoácidos exudados con actividad nemostática por ej: sésamo (*S. indicum*).

Pirocatecol acumulado en las raíces de *Eragrostis curvula*. **Nimbidina** y **azadiractina** del Nim (*A. indica*) que son tóxicos ovicidas.

Exudados radiculares de *Coriandrum sativum*, **concavalina A** (lectina) en el guisante de *Canavalia ensiforme* (*Mucuna*) y **bitienilo** y **α tertienilo** en *Tagetes patula* y *erecta*.

Estas plantas también son utilizables intercaladas o asociadas a los cultivos sensibles.

La acción supresora sobre los nematodos se fundamenta en el enmascaramiento de los exudados radicales, lo cual produce desorientación de los mismos para evitar que localicen las raíces.

Otras plantas que intercaladas pueden intoxicar a las larvas después de la penetración en las mismas son: guandú (*Cajanus cajan*), avena, *Cynodon dactylon*, *Tagetes minuta*, mucuna, etc.

Rotación de cultivo

Separar al nematodo del hospedante durante un tiempo suficiente que evite niveles de población perjudiciales para el desarrollo (Rodríguez Kabana y Canullo, 1992).

Se hace difícil aplicar por razones económicas, prácticas y biológicas.

La rotación debe incluir: No hospedante, hospedante resistente, barbecho, plantas alelopáticas, plantas trampas o cultivos de abonos verdes (Halbrendt y La Mondia, 2004).

El empleo de una gramínea (pastura) requiere al menos 2 años para que el efecto sea notable y no se dispone de ese tiempo en un invernadero.

No hospedante: son las plantas que no permiten la infección de los nematodos.

Plantas resistentes: sólo existen en tomate para 3 especies de *Meloidogyne* aunque son afectadas por altas temperaturas y otras especies de *Meloidogyne*. Para evitar es necesaria una correcta identificación en laboratorio.

El barbecho limpio durante el descanso es la medida más simple, importante y efectiva de control para nematodos. Por lo menos dos operaciones con maquinarias son necesarias. El barbecho con herbicida es un proceso más lento aunque incrementa los agentes de biocontrol de nematodos. El barbecho herbáceo es usado cuando el nematodo tiene pocos hospedantes y puede usarse una pastura.

El uso de cultivos múltiples y mezclas varietales es una práctica común en sistemas tropicales, pero es difícil determinar el óptimo para un máximo control de nematodos.

La diversidad de plantas en sistemas de cultivos múltiples fomenta la acumulación de antagonistas naturales de nematodos (Sikora, 1992).

Un cultivo de rotación no debe crecer junto a malezas que sean hospedantes de nematodos porque disminuye el control.

También hay que atender a la presencia de otros nematodos que no producen agallas, pero que pueden ocasionar otro daño en las raíces incluso transmitir virus.

Plantas alelopáticas: (antagonistas) son "activas" en el control de nematodos. Se usan para suprimir rápidamente una población y se puede emplear intercalado a un cultivo (Rhode y Jenkins, 1958). En general está poco usado en la actualidad. Puede tener menor efecto que un nematocida químico. Se necesitan ensayos específicos en cada zona.

Cultivos trampas: es la destrucción de un cultivo susceptible después de que la infección de nematodos comenzó y antes de que madure el mismo. Se emplean lechugas como cultivos trampas.

Abonos verdes: son cultivos que incorporados al suelo se descomponen, liberan gases y pueden matar nematodos aunque es difícil establecer la causa-efecto. Las enmiendas orgánicas de ricino, mostaza o nim provocan un incremento de compuestos fenólicos en las raíces de las plantas cultivadas, estos compuestos podrían aumentar la resistencia a nematodos.

El costo de rotación y el cultivo no hospedante deben tomarse en consideración. Incluyendo el valor de la semilla, labores, tiempo de descanso y mano de obra.

El gran esfuerzo para desarrollar una estrategia de control no química de nematodos será devuelto en beneficio de la producción hortícola sustentable.

Bibliografía

- FOURIÉ H. *et al.* 2007. Host suitability of vetiver grass to *M. incognita* and *M. javanica*. *Nematology*, vol. 9, 49-52.
- NOLING, J. W. 2008. Vegetable production guide of Florida. Cap. 14 Nematodes.
- DUFOUR, R., GUERENA, M. Y EARLES, R. 2003. Alternative control nematode. Appropriate technology transfer for rural areas. Pest Management technical note. 16 pags.
- HALBRENT, J. M.; JAMES, A. L. M. Crop rotation and other cultural practices. En: CHEN, Z.X.; CHEN, S. Y.; DICKSON, D. W. (Eds.). *Nematology advances and perspectives –nematode management and utilization*. 1.ed. Beijing: CABI publishing, 2003. v. 2, p. 909-930
- ZASADA, A. , HALBRENT, J. M., KOKALIS-BURELLE, N., LAMONDIA, J., MCKENRY, M. V. Y NOLING, J. W.: 2010. Managing Nematodes Without Methyl Bromide. *Annual Review Phytopathology*.2010,48: 311-328.

Manejo de marchitamiento bacteriano en cultivos bajo cubierta

Verónica Obregón INTA Bella Vista.

Ralstonia solanacearum (sinónimo *Pseudomonas solanacearum* (E. F. Smith) Yabuuchi et al., 1995) es el agente causal del marchitamiento y muerte de cultivos de importancia económica de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Presente también en algunas malezas (Hayward, 1991), el rango de hospedantes de *R. solanacearum* incluye cientos de especies de 44 familias de plantas (He et al., 1983, Middleton y Hayward, 1990).

Una nueva clasificación ubicó este agente en el género *Ralstonia* con base en los datos de análisis filogenéticos de la secuencia de nucleótidos del gen 16S ARNr, hibridación del ARNr-ADN, análisis de lípidos celulares o de ácidos grasos y las características fenotípicas del mismo grupo, donde incluyeron la especie *Ralstonia solanacearum*. El género *Pseudomonas* se limitó exclusivamente a las especies fluorescentes (Grupo I), las fitopatógenas no fluorescentes *Acidovorax*, al grupo III y *Burkholderia*, al grupo II. (Denny y Hayward, 2001; Yabuuchi et al., 1992, 1995).

Durante las últimas tres décadas se ha utilizado un sistema binario que tiene dos enfoques diferentes, así *Ralstonia solanacearum* se clasificó en cinco razas designadas de acuerdo al rango de hospedantes primario que afecta y cinco biovars basándose en la utilización y/o oxidación de tres alcoholes de hexosas y tres disacáridos (Buddenhagen et al., 1962).

Razas	Hospedante Natural	Biovar
1	Muchas solanáceas, bananas diploides y malezas de muchas familias	1, 3 y 4
2	Bananas triploides, ciertas heliconias	1 y 2
3	Papa, tomate y raramente otros hospedantes	2
4	Jengibre	3 y 4
5	Mora	5

La caracterización genética ha aumentado enormemente nuestro conocimiento y comprensión en la diversidad, las relaciones, y la evolución del complejo de especies de *R. solanacearum*. Estos estudios han demostrado que hay dos divisiones dentro de *Ralstonia* (Cook et al., 1989; Cook y Sequeira, 1994): la división I contiene todas las cepas caracterizadas como biovar 3, 4 y 5, que en su mayoría pertenecen a Asia y Oceanía. La división II se corresponde al biovar 1 y 2 pertenecientes a América (Denny, 2006).

Además Fegan y Prior (2005) plantean la existencia de cuatro grupos genéticos correspondientes a diferentes grupos geográficos. El filotipo I es equivalente a la división I definida por Cook y Sequeira (1994), el filotipo II es equivalente a la división II con procedencia americana, el filotipo III contiene los aislamientos africanos y el filotipo IV contiene cepas de Indonesia además de algunos aislamientos de Australia y Japón.

Los cultivos más importantes que afecta el marchitamiento bacteriano son el bananero (*Musa paradisiaca*); berenjena (*Solanum melongena*); papa (*Solanum tuberosum*); pimiento (*Capsicum annuum*); tabaco (*Nicotiana tabacum*) y tomate (*Solanum lycopersicum*) (Gotuzzo, 1975), también plátano, jengibre, y algunas especies de árboles y arbustos de importancia económica (Hayward, 1991).

La persistencia de *R. solanacearum* en el suelo ocurre cuando sobrevive en forma latente en los residuos de cosecha infectados. Altas poblaciones de patógeno en la superficie del suelo, pueden infectar plantas después de una lluvia o riego, la bacteria puede permanecer por muchos años en el suelo por lo que se hace difícil detectar y erradicar. La diseminación ocurre por el suelo y el agua de riego.

La enfermedad es severa con temperaturas entre 24 a 35° C. Raramente aparece cuando la temperatura está por debajo de 10° C.

La bacteria penetra por heridas producidas en raíces, coloniza los tejidos y comienza a moverse por los vasos en un proceso acelerado por las temperaturas altas. De esta manera se reproduce rápidamente y se disemina por toda la planta, provocando síntomas típicos de marchitez.

Los síntomas en tomate son los siguientes, las hojas más jóvenes son las primeras que manifiestan síntomas de marchitamiento, normalmente en el momento más caluroso del día. Si las condiciones ambientales son favorables para el patógeno la planta entera se marchita rápidamente. Los tejidos vasculares del tallo muestran una coloración castaña y, al cortar, se observa exudado de color amarillo o blanco (McCarter, 1991). La planta genera raíces adventicias a lo largo del tallo como defensa al déficit hídrico provocado por la obstrucción de los vasos (Gotuzzo, 1975).

La ausencia de medidas efectivas de control, condiciones ambientales propicias para el desarrollo de la bacteria (altas temperaturas y humedad de suelo), y ausencia de cultivares resistentes, hacen de esta enfermedad un riesgo para la producción con pérdidas que oscilan entre 20 % y 40% de las plantas afectadas (Colombo *et al.*, 2000).

El primer paso a tener en cuenta para el manejo de esta enfermedad es la identificación de la bacteria, existe una prueba de diagnóstico rápido y muy práctica llamada test de flujo, que sirve para observar la movilidad de las bacterias en materiales frescos. Una vez declarada y diagnosticada la enfermedad en el invernadero, solo una estrategia de control integrado tendrá éxito para reducir la incidencia de la enfermedad.

Por lo tanto el diagnóstico precoz de la enfermedad permite al productor definir adecuadas estrategias de manejo.

Manejo integrado del marchitamiento bacteriano

Solarización: es una desinfección del suelo biológica y sustentable, una forma segura y económica de disminuir la cantidad de inóculo presente en el suelo. Es un método físico de desinfección que actúa por un proceso hidrotermal. La práctica consiste en cubrir el suelo húmedo con un polietileno transparente que retiene la radiación solar y eleva la temperatura del perfil del suelo hasta valores letales para los organismos patógenos (Colombo *et al.*, 2009).

Saneamiento y prácticas culturales:

Eliminación de malezas: *R. solanacearum* sobrevive en algunas malezas, con preferencia de la familia de las solanáceas. La solarización evita la emergencia de malezas por un largo periodo de tiempo.

Eliminación de plantas enfermas: éstas deben ser eliminadas de los invernaderos tan pronto como se observe los primeros síntomas para evitar contagios a plantas sanas. Deben retirarse con cuidado evitando desparramar la tierra infectada en los pasillos del invernadero, en lo posible colocar en bolsas o en canastos y enterrar en lugares alejados de los invernaderos.

Evitar el uso de herramientas cortantes: el desbrote y desoje debe realizarse con la mano, evitando que la bacteria se disemine planta por planta.

Evitar el movimiento de suelo desde lugares infectados a sitios libres de la bacteria: las maquinarias y los calzados del personal son algunos de los ejemplos del movimiento de suelo. Se recomienda entonces declarar el foco de infección en "cuarentena".

Eliminación de rastrojos: se debe eliminar los restos de cosechas si hubo infección con *R. solanacearum*. Nunca se debe incorporar al suelo como medida para aumentar la materia orgánica del suelo.

Rotación de cultivo: la rotación de cultivo resulta positivo para evitar la aparición de *R. solanacearum*. Algunas opciones para la rotación son plantas de la familia de las cucurbitáceas, leguminosas, liliáceas y brassicáceas. Evitar siempre cultivos de solanáceas.

Podemos decir entonces que uno de los principales problemas que surge para el control del marchitamiento bacteriano es la gran capacidad de diseminación de *R. solanacearum* a través de distintos medios antes mencionados.

El manejo integrado tiene la finalidad de limitar la supervivencia de la bacteria en el suelo y evitar fundamentalmente su diseminación.

Bibliografía

- BUDDENHAGEN, L., SEQUEIRO, L., Y KELMAN, A. 1962. Designation of races in *Pseudomonas solanacearum* (Abstr.) Phytopathology 52: 726.
- COLOMBO, M. 2000. El marchitamiento del tomate en el litoral argentino. Hoja de divulgación número 10. EEA INTA Bella Vista.
- COLOMBO, M., MOLLINEDO V. Y TAPIA A. 2009. Solarización, antecedentes y experiencias en la Argentina. Proyecto Tierra Sana MP/ARG/00/033.
- COOK, D., Y SEQUEIRA, L. 1994. Strain differentiation of *Pseudomonas solanacearum*: Detection of restriction fragment length polymorphisms with DNA probes that specify virulence the hypersensitive response. Mol. Plant-Microbe Interact. 2: 113-121.

- COOK, D., BARLOW, E., Y SEQUEIRA, L. 1989. Genetic Diversity of *Pseudomonas solanacearum*: Detection of Restriction Fragment Length Polymorphisms with DNA Probes that Specify Virulence and the Hypersensitive Response. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 2:113-121
- DENNY, T. P., Y HAYWARD, A. C. 2001. Gram -Negative Bacteria. Pag. 151-173. *En*: Schaad, N. W., Jones, J. B., Chun, W. (Eds.). *Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria.* American Phytopathological Society (APS). St. Paul, MN, USA.
- FEGAN, M., Y PRIOR, P. 2005. How complex is the *Ralstonia solanacearum* species complex? In Allen, C., Prior, P., y Hayward, A.C. (eds.), *Bacterial Wilt Disease and the Ralstonia solanacearum Species Complex.* St. Paul, MN: APS Press, 449-461.
- GOTUZZO, E. A. 1975. Bacterias.p 3-360. *In* Fernandez Valiela (Eds) *Introducción a la Fitopatología.* Vol II. Colección Científica del INTA, Buenos Aires, Argentina.
- HAYWARD, A. C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 29:65-87.
- HE, L. Y., SEQUEIRA, L., y KELMAN A. 1983. Characteristics of strains of *Pseudomonas solanacearum* from China. *Plant Dis.* 67:1357-1361.
- MCCARTER, S. M. 1991. Bacterial wilt. *In*: Compendium of tomato diseases (Ed. by Jones, J.B.; Jones, J.P.; Stall, R.E.; Zitter, T.A.), p. 28-29. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- MIDDLETON, K. J., Y HAYWARD, A. C. 1990 Bacterial Wilt of Groundnuts. *Proc. ACIAR/ICRISAT collaborative res. Plan. Meet., Genting Highlands, Malaysia, 18-19 March.* ACIAR Proc. N° 31.
- YABUUCHI, E., KOSAKO, Y., YANO, L., HOTTA, H., Y NISHIUCHI, Y. 1995. Transfer of two *Burkholderia* and an *Alcaligenes* species to *Ralstonia* gen. nov.: Proposal of *Ralstonia picketti* (Ralston, Palleroni and Doudoroff 1973) comb. nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) comb. nov. and *Ralstonia eutropha* (Davis 1969) comb. nov. *Microbiol. Immunol.* 39:897-904.
- YABUUCHI, E., KOSAKO, Y., OYAIZU, H., YANO, I., HOTTA, H., Y HASHIMOTO, Y. 1992. Proposal of *Burkholderia* gen. nov. and transfer of seven species of the genus *Pseudomonas* homology grup II to the new genus, with the type species *Burkholderia cepacia* (Palleroni and Holmes 1981) comb. Nov. *Microbiology and Immunology*, 36, 1251-1275.

Efecto del uso de insumos biológicos en distintas etapas del cultivo de tomate y pimiento

Adrián Mitidieri. Agrodesarrollos S.A.

Este breve resumen de nuestra experiencia en el uso de insumos biológicos, debe transversalizarse por nuestra función en el sector. La misma es financiada por empresas que venden insumos para las cuales no solo debemos evaluar la eficacia de cada insumo, sino que también en todos los casos es necesario el desarrollo de la tecnología de uso de la misma, ya que como desde nuestro inicio todos los insumos que recibimos carecieron de este conocimiento como también el del sector hortícola argentino. Por esta razón en este texto se citarán marcas, no como una propaganda comercial, sino para acotar mi conocimiento a ese insumo porque como sabemos y de esto sirve de ejemplo las Trichodermas que la eficacia, dosis, frecuencia, etc depende mucho de la cepa, origen, etc.; no queriendo decir que uno u otro sea mejor (aunque hay diferencias muchas veces). Cabe destacar que todos los ensayos se realizaron en establecimientos que se encuentran asesorados por Ing. Agrónomos y que a nuestro juicio tienen una adopción de tecnología de mediana a alta.

En concreto algunas de las tecnologías hoy registradas para su uso en SENASA y otros usos no registrados son:

	Forma de uso	Incremento en porcentaje sobre el testigo absoluto						
		Raíces	Aéreo	Cuaje	Ontogenia	Peso de fruta	Diámetro de fruta	Nematodos
Glomus intraradices (Aegis)	AL, ALPT, D, G	15-25	10-15	5-15 (1)	2-8	8-15	5-10	++ (2)
Trichoderma atroviride (TIFI)	AL, ALPT, D, G, F	10-15	5-10	3-8	2-5	5-10	2-5	+(3)
Bacillus subtilis	AL, ALPT, D, G, F	+(4)						
Bioestimulantes (Smartfoil, Myr, Auxym, Agocube, Fertimar, bioest. de Stoler, Agrocube) (5)	AL, ALPT, D, G, F	10-20	10-15	10-20	5-10	10-20	5-12	NO
Smartfoil o Bacillus subtilis (enfermedades) (6)	AL, D, G, F	40-60 % de control Bacteriosis, Cladosporium, Oidio, Botrytis, Oidiposis						
Bioestimulantes (Smartfoil, Myr PK, Inicium, Agrocube, Fertimar NPK, bioest. de Stoler) (7)	AL, D, G	Incremento de todas las variables vegetativas, y de las reproductivas de las primeras floraciones. En el caso particular de Smartfoil y Agrocube acción parcial sobre nematodos						

AL, uso al sustrato antes de sembrar, ALPT, aplicación por riego al plantín previo al trasplante, D, Chorro planta por planta, G, Aplicación por goteo, F aplicación foliar

(1) En cultivos de tomate hormoneados, en cultivos sin hormonear el incremento es mucho mayor. En pimiento el incremento de cuaje en las primeras ramificaciones es superior al 20-40 %.

- (2) La acción sobre nematodos es parcial, pero se observa mayor desarrollo de planta y producción en cultivos micorrizados realizados con suelos con nematodos, en los ensayos se observa menor cantidad de agallas por gramo de raíz.
- (3) La acción sobre nematodos es baja, pero se observa mayor desarrollo de planta y producción, sobre todo si los nematodos están asociados a enfermedades de suelo, pero no observamos control de nematodos.
- (4) Tenemos información de dos ensayos y un solo año, pero se ha observado incremento en todas las variables.
- (5) Programas de aplicación foliar semanal desde el trasplante y hasta 15-30 días de levantado el cultivo. La respuesta es variable, pero cuanto mayor error agronómico mayor respuesta.
- (6) Aplicaciones cada 7-10 días preventivas o al inicio de la enfermedad o bien en cultivos donde se venía empleando el programa Smartfoil foliar se observo un efecto muy importante en enfermedades lentas, en el caso de bacteriosis, si bien no soluciona el problema es un herramienta con una eficacia muy importante que será aprovechable en aquellos lotes que se realizan la mayor cantidad de medidas profilácticas (la combinación con aplicaciones al suelo de este mismo producto incrementa el control).

Insumos biológicos en el cultivo de tomate y pimiento. Hacia el manejo sustentable

Ceferino Flores. INTA Yuto.

Equipo de trabajo laboratorio fitopatología: Claudio Manuel Ortiz, Elina Rueda, Noelia Rueda, Silvia Bejarano, Rosario Vitoria, Alejandro Ismael, Rubén del Pino.

El suelo y su capacidad supresiva sobre la expresión de enfermedades en tomate y pimiento

Conceptos básicos

El suelo es un medio complejo constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa; en el cual existen múltiples interacciones entre los nutrientes, el pH, las plantas, los microorganismos patógenos y la microflora en general.

Desde comienzos del siglo pasado se reconoció que la zona del suelo vecina a las raíces inducía, en general, una mayor actividad de los microorganismos y se introdujo el término de rizósfera, para definir esta región (Frioni, 2006). Esta definición describe pobremente esta zona en la cual existe un gradiente decreciente de microorganismos desde la superficie radicular (Rovira, 1964). Bowen y Rovira (1976) la definen como la porción de suelo directamente influenciada por las raíces de las plantas, y Frioni (2006) aclara que si no se indica expresamente, el término incluye en general a la rizósfera y al rizoplano.

Rizósfera, en sentido amplio, se define como la fina capa de suelo adherida firmemente a las raíces, pero que puede ser separada por lavado y agitación moderada en agua (Atlas and Bartha, 2002; Frioni, 2006). Se puede dividir en rizósfera próxima y alejada, según el tiempo y cantidad de agitación. El rizoplano lo constituye el suelo en contacto íntimo con la superficie de las raíces y se extrae por agitación vigorosa de la misma luego de quitar el suelo rizosférico (Frioni, 2006).

Muchos microorganismos colonizan la raíz por heridas o por acción enzimática. Debido a esto se habló por un tiempo de endorrizósfera, pero se comprende que esta definición no es correcta ya que no involucra al suelo. Se habla de microorganismos endofíticos: simbióticos, saprófitos o parásitos (Frioni, 2006).

Son muchas y muy variadas las poblaciones microbianas que se encuentran asociadas a las raíces de las plantas. Las interacciones entre los microorganismos del suelo y las raíces de las plantas satisfacen requerimientos nutritivos básicos para la planta y para las comunidades microbianas asociadas a ella (Bowen and Rovira, 1976). En la compleja asociación entre las raíces de las plantas y los microorganismos del suelo existen factores que influyen al número y tipo de organismos que colonizan la rizósfera y el rizoplano. Rovira (1964) describe como factores a los exudados radicales, a las especies vegetales, la edad de las plantas, las condiciones del suelo, las condiciones ambientales y a las aplicaciones con fungicidas foliares.

Entre las poblaciones microbianas existen interacciones, se realizan ya sea entre poblaciones de una misma o de diferentes especies, y pueden ser positivas o negativas. El conjunto de interacciones positivas en una población se denomina cooperación y se manifiesta por el incremento de la tasa de crecimiento de la población en el caso de la producción de exoenzimas o de la protección frente a factores ambientales adversos. Las interacciones negativas se ponen de manifiesto cuando se compite por un sustrato (Atlas y Bartha, 2002).

Las interacciones microbianas entre poblaciones de diferentes especies comprenden: 1) neutralismo, implica la falta de interacción, se da entre poblaciones microbianas con capacidades metabólicas muy diferentes; 2) comensalismo, cuando la población comensal obtiene un beneficio en tanto que la otra no resulta perjudicada; 3) sinergismo (protocooperación), cuando ambas poblaciones se benefician de la relación, esta asociación no es obligatoria ya que ambas poblaciones pueden sobrevivir solas en su ambiente natural; 4) mutualismo, es una relación obligada entre dos poblaciones, de la que ambas se benefician; es altamente específica, normalmente un miembro de la asociación no puede ser sustituido por ninguna otra especie relacionada; 5) competencia, representa una interacción negativa entre dos poblaciones ya que

el crecimiento y la supervivencia de ambas se ve perjudicado, es cuando dos poblaciones microbianas usan un mismo recurso; 6) amensalismo (antagonismo), cuando una población microbiana produce una sustancia que es inhibitoria para otras poblaciones; 7) parasitismo, el parásito satisface sus requerimientos perjudicando al hospedador, la relación hospedador-parásito se caracteriza por un período de contacto relativamente largo, que puede ser físico o metabólico; y 8) depredación, cuando un organismo traga o digiere a otro (la presa), generalmente las interacciones depredador-presa son de corta duración, el depredador es mayor que la presa (Schroth y Hancock, 1981; Atlas y Bartha, 2002).

Actividad supresiva del suelo

Para los microorganismos habitantes del suelo en general, un cierto grado de inhibición ocurre en todos los suelos naturales, pero para algunos patógenos hay un suelo que siempre es conductivo y para otros, uno completamente supresivo (Baker, 1987). Desde un punto de vista teórico, la actividad supresiva del suelo sobre la expresión de una enfermedad puede tener origen en características fisicoquímicas o biológicas del suelo (Alabouvette, 1986).

Un suelo supresivo (SS) limita la severidad de una enfermedad a pesar de una elevada densidad de inóculo (Alabouvette, 1986). Según Baker y Cook (1974) un SS es aquel que presenta inhospitalidad para algún patógeno. Se designa así a aquellos suelos cultivados o no donde enfermedades específicas del suelo están ausentes u ocurren en un menor grado, aún cuando el patógeno esté presente, de forma natural o introducido (Schroth y Hancock, 1981). Refleja la capacidad de impedir el establecimiento, desarrollo, persistencia, y expresión de un patógeno del suelo mediante el desarrollo de una enfermedad sobre la planta hospedante (Alabouvette, 1986).

La supresión de un suelo puede ser clasificada como general o específica. La supresión general involucra a la totalidad de la biomasa del suelo y su actividad microbiana, crítica para el patógeno, más que a un microorganismo o a un grupo específico de microorganismos, usualmente no es transferible a un suelo conductivo. La supresión específica, es transferible a un suelo conductivo, está relacionada a un microorganismo residente individual o a un grupo selecto de microorganismos que específicamente y cualitativamente afecta a determinados patógenos; la especificidad se relaciona más con los factores fisiológicos del patógeno que con su ubicación taxonómica (Baker, 1987).

Un suelo puede manifestar su acción supresiva sobre un determinado patógeno de dos maneras. a) impidiendo que el patógeno pueda establecerse en el suelo, o b) cuando, permitiendo su establecimiento y generación de severas enfermedades, luego disminuye la intensidad de la enfermedad, a medida que se suceden los años de monocultivo (Reis, 1991).

La capacidad supresiva de un suelo debido a características fisicoquímicas fue detectada por Ko y Nishijima (1985) trabajando con *P. capsici*, la actividad supresiva que determinaba inhibición en la germinación de los esporangios fue atribuida a las partículas inorgánicas del suelo.

Kobayashi and Ko (1985) encontraron que la supresión, por disminución de crecimiento de *Rhizoctonia solani*, en un suelo natural se debía a la alta concentración de iones aluminio. Por su parte Ridao (1990) sugirió que el mecanismo de supresión (resistencia del suelo en lengua francesa) de ciertos suelos ácidos, a la podredumbre de tubérculos de papa causada por *Fusarium solani* var. *coeruleum*, se debió a la intervención del ión aluminio (Al^{3+}) y a su rol fungitóxico. La concentración de aluminio monómero fue superior en el suelo resistente (supresivo) que en el suelo sensible (conductivo). Utilizó extractos acuosos de suelo para demostrar la participación del Al^{3+} en este fenómeno. De esta manera la fungitoxicidad fue eliminada por precipitación del aluminio cuando se aumentó el pH de las soluciones o por complejación cuando se agregó fluor. A la inversa, los extractos del suelo sensible, a los que se agregó aluminio, inhibieron la germinación del hongo. Por otra parte los elementos nutritivos contrarrestaron solo parcialmente la fungitoxicidad del aluminio.

Microorganismos con actividad supresiva

Broadbent y Baker (1974) analizando diferentes suelos en Australia, encontraron que *Bacillus subtilis* estaba asociado a aquellos con características supresivas. Determinaron también que *B. subtilis* producía lisis micelial y ruptura de esporangios.

Pythium nunn es un mico-parásito de un gran número de patógenos de plantas. Cuando ataca a *P. ultimum* y a *P. vexans* envuelve las hifas del hospedante que posteriormente se lisan (Adams, 1990). Pero cuando ataca a *P. aphanidermatum*, a *Rhizoctonia solani*, a *Phytophthora parasitica* o a *P. cinnamomi*, forma apresorios y parasita a las hifas (Adams, 1990).

Tsao (1990) citó a *Penicillium funiculosum* como agente de biocontrol de la podredumbre radicular generada por *P. cinnamomi* en raíces de palta, adjudicando su acción de biocontrol a la producción de metabolitos tóxicos que inhiben el crecimiento lineal del micelio y producen lisis. A su vez, Duvenhage y Köhne (1995) identificaron a *Paecilomyces lilacinus*, *Aspergillus candidus* y *Trichoderma hamatum* como microorganismos efectivos en la supresión de la podredumbre radicular en plantines de palto, los mismos fueron aislados a partir de suelos supresivos.

McLeod, Labuschagne y Kotzé (1995) aislaron distintas especies de *Trichoderma* a partir del suelo y de la rizósfera de raíces de palto encontrando que los aislamientos de *T. harzianum*, C4 & BB5 y BB5, redujeron la podredumbre radicular y estimularon la regeneración radicular en plantines. El aislamiento (BB5) de *T. harzianum* causó un incremento en la masa radicular de los plantines creciendo en ausencia de *P. cinnamomi*. Mientras que la población de *P. cinnamomi* se redujo de manera significativa por acción de los aislamientos *T. harzianum* (C4) y *T. hamatum* (F56), pero no por *T. harzianum* (BB5).

López-Herrera et al. (1999) trabajando con cuatro cepas de *Trichoderma*, con un claro efecto antagonista sobre *P. cinnamomi* *in vitro*, observaron una reducción de 86 a 91 % del inóculo del patógeno, cuando inoculaban plantas de palto.

Costa, Menge y Casale (2000) utilizando *Gliocladium virens*, una cepa mutante benomil resistente, y *T. harzianum*, aislado de un suelo supresivo, colonizaron un abono orgánico para probar la habilidad en reducir la PRPP, determinando que *G. virens* resultó el agente de biocontrol más efectivo.

La existencia de *Bacillus* spp. y de Actinobacterias actuando de manera asociada suprimiendo a *P. cinnamomi* fue informada por Yin et al. (2004). Esta acción conjunta de los microorganismos también fue encontrada por Kao y Ko (1983) actuando sobre *Pythium splendens* en suelos de pasturas en South Kohala.

Mecanismo biológico de supresión de patógenos

El control biológico entre microorganismos ocurre naturalmente y es la principal razón por la cual las enfermedades no son comúnmente catastróficas (Schroth y Hancock, 1981). Strange (2003) menciona como mecanismo de control biológico de patógenos a la antibiosis, la competencia, el parasitismo, la inhibición de mecanismos de virulencia y la inducción de mecanismos de resistencia. Por su parte Baker (1968), Schroth y Hancock (1981) y Finlay y McCracken (1991) describieron como mecanismo de control biológico de patógenos de suelo a la antibiosis, la competencia y la explotación.

Los compuestos antibióticos están implicados en muchos informes sobre exitosos controles de patógenos de plantas por microorganismos (Baker, 1968; Fravel, 1988; Stefanova, et al. 1999; Downer, Menge and Pond, 2001; Strange, 2003). Entre los microorganismos productores de estas sustancias se encuentran especies de *Trichoderma* y *Gliocladium* entre los hongos, y *Bacillus* y *Pseudomonas* entre las bacterias (Strange, 2003). Fravel (1988) consideró a la antibiosis como un antagonismo mediado por metabolitos específicos y no específicos de origen microbiano, agentes líticos, enzimas, compuestos volátiles, u otras sustancias tóxicas.

La habilidad para competir con éxito con un patógeno es una propiedad importante del control biológico (Baker, 1968; Strange, 2003). La competencia más efectiva se produce en el momento de iniciada la infección, previo al ingreso del patógeno, aunque en alguna instancia la habilidad del biocontrolador en limitar la reproducción del patógeno puede también ser importante. Algunas bacterias, particularmente *Pseudomonas*, son colonizadoras agresivas y promotoras del crecimiento cuando la supresión de la enfermedad es importante y la competencia por hierro es un factor decisivo (Weller, 1988; Strange, 2003).

La explotación incluye la predación y el parasitismo según Baker (1968). El parasitismo incluye microorganismos como *Trichoderma* spp. y *Gliocladium virens*, ambos estudiados extensamente. También otros hongos como *Coniothyrium minitans*, *Laetisaria arvalis*, *Pythium num*, *Talaromyces flavus*, y *Sporidesmium sclerotivorum* son micoparásitos con posibilidad de uso en el biocontrol (Adams, 1990). La predación como estrategia para el control de enfermedades es difícil de manipular y desarrollar, además son poco conocidas las condiciones ecológicas que favorezcan la actividad y supervivencia de los microorganismos predadores (Schroth y Hancock, 1981).

Los diversos microorganismos con capacidad de biocontrol actúan por diferentes mecanismos. *Trichoderma* y *Gliocladium* actúan por varios mecanismos como son la antibiosis, la lisis, la competencia, y el micoparasitismo (Papavizas, 1985). Las bacterias por su parte utilizan la competencia por un sustrato y la exclusión del nicho, sideróforos, antibiosis, e inducción de resistencia (Weller, 1988).

DetECCIÓN Y ANÁLISIS DE SUELOS SUPRESIVOS DE ORIGEN BIOLÓGICO

No siempre la ausencia de una enfermedad se debe a la ausencia del patógeno que la causa, los suelos supresivos deben ser buscados donde se encuentra el patógeno y acontezca la enfermedad (Alabouvette, 1986; Reis, 1991). Cuando un suelo supresivo pierde su carácter por destrucción de los microorganismos que viven en él, la acción biocontroladora es de origen biológico (Alabouvette, 1986). Si los factores de supresión son biológicos la transferencia o no del carácter supresivo determinará si la acción supresiva es general o específica (Baker, 1987).

El primer objetivo para el estudio de los suelos supresivos de origen biológico es determinar qué microorganismos presentan la actividad supresiva (Alabouvette, 1986). La población antagonista de un determinado patógeno y la enfermedad, ocurren solamente en un suelo biológicamente supresivo para el patógeno (Reis, 1991). Una fuente rica en antagonistas es un área de muchos años de monocultivo, en donde una enfermedad declinó a niveles básicos. En algunos casos la presencia continua del patógeno estimula al hospedante a proveer una base alimenticia para sus antagonistas aumentando el número y reduciendo la severidad de la enfermedad.

Un suelo biológicamente supresivo probablemente no puede ser explicado en términos de un único antagonista. Una única especie antagonista puede ser efectiva en un suelo esterilizado, pero no en una microflora completa, o múltiples antagonistas son mejores para un suelo no tratado (Reis, 1991).

Los antagonistas deben ser procurados a partir de la rizósfera y no de la masa total de un suelo, dado que su actividad efectiva se desarrolla en la superficie de la raíz. Mejor aún pueden ser aislados desde hifas de patógenos encontrados en la superficie de la raíz (Reis, 1991). Los microorganismos que pueden crecer en la rizósfera son ideales para ser usados como agentes de biocontrol (Weller, 1988). Luego de aislados se evalúa, *in vitro*, la capacidad de biocontrol de los mismos (Sid Ahmed, Pérez-Sánchez, y Candela, 1999).

Bibliografía

- ADAMS, P. B. 1990. The potencial of mycoparasites for biological control of plant diseases. *Annu. Rev. Phytopathol.* 28: 59-72.
- ALABOUVETTE, C. 1986. Fusarium-wilt suppressive soils from the châteaurenard region: review of 10-year study. *Agronomie.* 6(3): 273-284.
- ATLAS, R. M. Y BARTHA, R. 2002. *Ecología microbiana y Microbiología ambiental.* Pearson Educación, S. A., Madrid. 677 p.
- BAKER, R. 1968. Mechanisms of biological control of soil-borne pathogens. *Ann. Rev. Phytopathol.* 6: 263-294.
- BAKER, K. F.; COOK, R. J. 1974. *Biological control of plant pathogens.* W. H. Freeman, San Francisco. 433 p.
- BAKER, K. F. 1987. Evolving concepts of biological control of plant pathogens. *Ann. Rev. Phytopathol.* 25: 67-85. Extraído de: BETTIOL, W. 1991. *Controle biológico de doenças de plantas.* EMBRAPA-CNPDA. Brasília, DF. 388 p.
- BOWEN, G. D. Y ROVIRA, A. D. 1976. Microbial colonization of plant roots. *Annu. Rev. Phytopathol.* 14:121-144.
- COSTA da S., J. L., MENGE, J. A., CASALE, W. L. 2000. Biological control of *Phytophthora* root rot of avocado with microorganisms grown in organic mulches. *Brazilian journal of Microbiology.* 31: 239-246.
- DOWNER, A. J. MENGE, J. A. Y POND, E. 2001. Effects of cellulytic enzymes on *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopathology.* 91: 839-846.
- DUVENHAGE, J. A. Y KÖHNE, J. S. 1995. Biocontrol of *Phytophthora cinnamomi* on avocado: identification and field testing of local natural antagonists, and evaluation of rootstocks for resistance. *Proceedings of The World Avocado Congress III.* South Africa. 392-395 p.
- FINLAY, A. R. & McCracken, A. R. 1991. Microbial suppression of *Phytophthora cinnamomi*. 382-398. In: LUCAS, J. A.; SHATTOCK, R. C.; SHAW, D. S. & COOKE, L. R. 1991. *Phytophthora.* British Mycological Society by Cambridge University Press. Cambridge. 447 p.
- FRAVEL, D. R. 1988. Role of antibiosis in the biocontrol of plant diseases. *Ann. Rev. Phytopathol.* 26: 75-91.
- FRIONI, L. 2006. *Microbiología básica, ambiental y agrícola.* Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Montevideo. 464 p.
- KAO, C. W. Y KO, W. H. 1983. Nature of suppression of *Phythyium splendens* in a pasture soil in South Kohala, Hawaii. *Phytopathology.* 73:1284-1289.
- KO, W. H.; NISHIJIMA, K. A. 1985. Nature of suppression of *Phytophthora capsici* in a Hawaiian soil. *Phytopathology.* 75:683-685.

- KOBAYASHI, N. Y KO, W. H. 1985. Nature of suppression of *Rhizoctonia solani* in Hawaiian soil. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 84(4):691-694.
- LÓPEZ-HERRERA C. J., PÉREZ –JIMENEZ R. M., LLOBEL A., MONTE-VÁZQUEZ E., ZEABONILLA T. 1999 Estudio in vivo de *Trichoderma* como agente de biocontrol contra *Phytophthora cinnamomi* y *Rosellinia necatrix* en aguacate. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 261-265.
- MCLEOD, A., LABUSCHAGNE Y KOTZÉ, J. M. 1995. Evaluation of *Trichoderma* for biological control of avocado root rot in bark medium artificially infested with *Phytophthora cinnamomi*. *South Africa Avocado Growers' Association Yearbook.* 18: 32-37.
- PAPAVIZAS, G. C. 1985. *Trichoderma* and gliocladium: biology, ecology, and potential for biocontrol. *Ann. Rev. Phytopathol.* 23:23-54.
- REIS, E. M. 1991. Solos supressivos e seu aproveitamento no controle de doenças. In: Bettiol, W. *Controle biológico de doenças de plantas.* EMBRAPA. Brasília. pp. 181-193.
- RIDAO, A. del C. 1990. La réceptivité des sols aux fusariosis de la pomme de terre: mécanismes de résistance a *Fusarium solani* var. *coeruleum*. Tesis Dr. Université de Rennes I. Pp.
- ROVIRA, A. D. 1964. Interactions between plant roots and soil microorganisms. *Ann. Rev. Phytopathol.* 241-266.
- SCHROTH, M. N. Y HANCOCK, J. G. 1981. Selected topics in biological control. *Ann. Rev. Microbiol.* 35: 453-476.
- SID AHMED, A.; PÉREZ-SÁNCHEZ, E. C. Y CANDELA, M. E. 1999. Evaluation of *Trichoderma harzianum* for controlling root rot caused by *Phytophthora capsici* in pepper plants. *Plant Pathology* 48: 58-65.
- STEFANOVA, M.; LEIVA, A.; LARRINAGA, L.; CORONADO, M. F. 1999. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma spp.* para el control de hongos fitopatógenos del suelo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ).* 16: 509-516.
- STRANGE, R. N. 2003. *Introduction to plant pathology.* John Wiley, Chichester, UK. 464 p.
- TSAO, P. H. 1990. Biological control of *Phytophthora cinnamomi* and *P. citricola* on avocado by y the use of antagonistic microorganisma. A 4-month progress report. *Summary of Avocado Research,* pp. 32-33.
- WELLER, D. M. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Ann. Rev. Phytopathol.* 26: 379-407.
- YIN, B.; SCUPHAM, A. J.; MENGE, J. A. & BORNEMAN, J. 2004. Identifying microorganisms which fill a niche similar to that of the pathogen: a new investigative approach for discovering biological control organisms. *Plant and Soil.* 259: 19-27.

Desinfección de suelos y sustratos en producciones intensivas. Alternativas al bromuro de metilo en la Argentina

Analía Puerta. INTA Castelar, Paula Amoia. INTA AMBA.

Introducción

La sanidad del suelo o sustrato donde se desarrollan los cultivos vegetales es uno de los factores determinantes en el éxito del sistema de producción. En las producciones intensivas las probabilidades de ocurrencia de problemas fitosanitarios se incrementan. Una de las prácticas de control que ha sido adoptada masivamente debido a su efectividad biocida, es la desinfección del suelo con bromuro de metilo, especialmente en los cultivos de alto valor económico, como frutilla, hortalizas, flores de corte y plantas ornamentales. También es utilizado en la poscosecha de cítricos y algodón para el control de la mosca de los frutos (*Ceratitis capitata*) y el picudo del algodonero (*Anthonomus grandis* B).

El Bromuro de metilo, es un gas fumigante de amplio espectro de acción, y por ello mata también a los organismos benéficos y causa problemas de salud en el ser humano (quemaduras graves, intoxicaciones, y en ciertas situaciones, la muerte).

El Bromuro de metilo, al igual que los clorofluorocarbonados y los Halones, dañan la capa de ozono. Es por ello que en 1987 la Argentina firmó, junto a más de 170 países, un acuerdo internacional denominado "Protocolo de Montreal". En él se estableció que los países "desarrollados" debían eliminar el bromuro de metilo el 1° de enero del año 2005 y los países en "vías de desarrollo" lo harían paulatinamente hasta su eliminación total en el año 2015. Se asumió el compromiso de sustituir el Bromuro de metilo por alternativas de desinfección que sean eficaces y que no dañen la capa de ozono.

Proyectos de sustitución del bromuro de metilo en la Argentina

En la Argentina, se han desarrollado tres proyectos de sustitución de bromuro de metilo y adopción de alternativas. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) es el organismo responsable de la ejecución de dichos proyectos, denominados: Tierra Sana, Más Ozono y Prozono.

El proyecto Tierra Sana, se dedica a la búsqueda e implementación de alternativas al bromuro de metilo, en el cultivo de frutilla, tanto para la producción de plantines como de fruta, en las hortalizas bajo cubierta y en la producción florícola, tanto flores de corte como plantas ornamentales en maceta.

Desde el año 1997 hasta el 2000, se ejecutó un proyecto de investigación y demostración denominado MP/ARG/97/186, donde se trabajó en la búsqueda de distintas alternativas. A partir del 2001 se lleva a cabo un proyecto de implementación de las alternativas seleccionadas anteriormente, denominado MP/ARG/00/033, que basa su labor en tareas de extensión y su objetivo central es acompañar a los productores que usan este fumigante en la transición, facilitándoles las tareas de reconversión hacia el uso de las alternativas.

El Proyecto funciona con una Coordinación Nacional, y ocho Equipos Técnicos Regionales (ETR), con sede operativa en distintas unidades del INTA; ETR Mar del Plata, Gran Buenos Aires, Santa Fe, Corrientes, Tucumán, Salta-Jujuy, Córdoba, Cuyo.

El proyecto "Tierra Sana", continua las actividades de extensión, como visitas a productores, charlas, demostraciones, reuniones, realización de material impreso, intervención en medios masales, etc., acompañando a los productores durante la transición.

En el proyecto "Más Ozono", se busca el reemplazo del Bromuro de metilo utilizado en el control de plagas poscosecha de cítricos y de algodón. En cítricos se busca controlar la "mosca de los frutos" (*Ceratitis capitata*) y en algodón, el "picudo del algodonero" (*Anthonomus grandis* B).

Los métodos alternativos son los tratamientos de frío y el uso de fosfina para el control de la "mosca de los frutos" en especies y variedades de cítricos, y el control del "picudo del algodón" en la fibra de algodón usando fosfina y bisulfuro de carbono.

A su vez, se evalúa los efectos de dichas alternativas sobre la calidad de la fruta fresca, en cítricos (color, firmeza, sabor) y sobre la calidad de la fibra de algodón (color, longitud, uniformidad, resistencia, elongación).

Para la ejecución de este proyecto, se constituye una Coordinación General, y dos sub-coordinaciones, una para cítricos y otra para algodón.

Los trabajos en cítricos se realizaron en unidades del INTA; Estaciones Experimentales de Concordia, San Pedro y Famaillá, y en la Estación Experimental Obispo Colombres, de la provincia de Tucumán. Este proyecto finalizó en el año 2012.

El proyecto "Prozono" tiene por objetivo la sustitución del uso de Bromuro de metilo en los almácigos de tabaco: técnicas sin uso de tierra (sustratos, hidroponía), solarización y diferentes tratamientos químicos, todos en combinación con un sistema integrado de manejo de plagas.

El área de influencia del proyecto ha sido las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca, Misiones, Corrientes y Chaco. Los resultados indican que la tecnología más promisoría es la denominada "almácigos flotantes", que consiste en la siembra de los almácigos en bandejas cribadas de telgopor rellenas con turba. Los almácigos permanecen durante aproximadamente dos meses flotando en piletones con agua hasta que las plantas tienen un tamaño suficiente para el trasplante. Esta tecnología presenta, además, ventajas en cuanto a la productividad y calidad final del tabaco, lo cual resulta atractivo para que los/as productores/as la incorporen reemplazando el bromuro de metilo tradicional. Este proyecto ha finalizado en el año 2007.

Descripción de las alternativas al Bromuro de metilo utilizado en las producciones intensivas de Argentina

Proyecto Tierra Sana

Químicas	Fumigantes Alternativos: 1,3 dicloropropeno + cloropicrina; Metam Sodio; Metam Potasio; Metam Amonio; Dimetil Disulfuro; Ioduro de metilo.
Físicas	Solarización: Consigue la desinfección mediante empleo de energía solar, al calentar el suelo húmedo cubierto con una película de polietileno transparente.
	Vapor de Agua: Se hace pasar un flujo de vapor a través del suelo o sustrato, elevando la temperatura y destruyendo los organismos perjudiciales para el cultivo. El vapor es generado por una caldera.
	Colector solar: Mediante la energía del sol se eleva la temperatura de una mezcla de sustratos contenida en tubos metálicos dentro de una caja de madera.
Biológicas	Biofumigación: Combina la solarización con la descomposición de cultivos (estiércol, restos de cultivos) incorporados al suelo.

Proyecto Más Ozono

Métodos físicos. Tratamiento con frío

Consiste en la exposición a bajas temperaturas de las larvas de las moscas y la realización de la curva de mortalidad de las mismas. Generalmente se realizan tratamientos cuarentenarios, que consisten en aproximadamente 13 días de exposición a temperaturas de $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Se evalúa la mortalidad de las larvas de *Ceratitis*, alojadas en el interior de la fruta, luego de la exposición al frío. Las larvas se inoculan en la fruta, para ello se realiza la cría masiva de *Ceratitis capitata* bajo condiciones de laboratorio. Posteriormente se evalúa la calidad de la fruta expuesta a los tratamientos de frío, específicamente en lo que respecta a parámetros de calidad visual y organoléptica.

Métodos químicos. Uso de fosfina

Este tratamiento consiste en la fumigación de la fruta con el gas fosfina. La fumigación se realiza bajo determinados parámetros, tales como; temperatura (5°C); concentración de fosfina (1500 ppm) y tiempo (48 hs).

Luego de transcurrido el tiempo de fumigación se procede a la aireación de la fruta por un período de 48 hs a la temperatura de refrigeración y seguidamente se mantiene en cámara a 5°C hasta cumplir el período de conservación habitual. Se simula la comercialización de la misma almacenándola 7 días a 20°C .

La revisión de la fruta para determinar posibles efectos fitotóxicos de la fosfina se realizan al finalizar los diferentes periodos de aireación y comercialización.

Se evalúan diferentes especies y variedades de cítricos, y de distinto origen. Por ejemplo: Mandarina Satsuma, Mandarina Nova y naranja Parent, Naranja Navelina Pomelo Henninger Ruby y Rouge La Toma.

Los ensayos se realizan utilizando un testigo (sin aplicación de fumigante) y comparándolo con las fumigaciones con fosfina y con bromuro de metilo.

El tratamiento de bromuro de metilo, habitualmente consiste en la fumigación con 40 gr/m³, durante 2 hs y a 21°C de temperatura.

Posteriormente se determina la mortalidad de las larvas, y huevos y se evalúan parámetros de calidad organoléptica, como degustación del jugo proveniente de los diferentes tratamientos.

Proyecto Prozono

Actualmente, el tradicional sistema de producción de plantines de tabaco está siendo cambiado en todo el mundo por el sistema de almácigo flotante.

Este cambio tecnológico está motivado, principalmente, porque la nueva técnica mejora notoriamente la calidad del plantín y por la necesidad de sustituir el bromuro de metilo.

La producción de plantas en almácigos flotantes se basa fundamentalmente en el uso de bandejas de poliestireno expandido, que por sus características físicas flotan en el agua desde la siembra hasta el transplante. Las plantas en bandejas flotantes pueden producirse utilizando piletas en micro túneles o en invernáculo. Para decidir el sistema adecuado en una explotación tabacalera se debe tener en cuenta, entre otros factores, la superficie de tabaco, los costos de producción y la practicidad para realizar las tareas que necesita el cultivo (podas, tratamientos fitosanitarios, etc.).

En determinados sistemas tabacaleros del país, principalmente aquellos productores que tienen superficies pequeñas de tabaco, pueden obtener plantas de calidad utilizando piletas en micro túneles sin necesidad de construir un invernáculo.

Experiencia del Proyecto en el cinturón horti-florícola platense

El cinturón horti-florícola platense es el más importante a nivel nacional. Si bien su mayor crecimiento se dio a partir de la década del 80 con la incorporación de los invernaderos de polietileno, los materiales híbridos, la ferti-irrigación, etc., su historia productiva data de mucho más, con la llegada de los inmigrantes principalmente de origen italiano, portugués y japonés. Inicialmente la actividad hortícola era únicamente a campo, quedando los invernaderos (por ese entonces de vidrio) destinados a la floricultura. Con la incorporación de los polietilenos, la generalización del uso de los invernaderos logró extender la temporada productiva y mejorar la calidad de los productos. La llegada de los híbridos incrementó la productividad, pero exigió un

manejo más ajustado en cuanto a fertilización, conducción, etc., que precisó la participación de profesionales especializados en producción hortícola en el proceso productivo. Así la zona se consolidó a nivel nacional, no sólo por el volumen y la calidad de hortalizas producidas, sino también por el conocimiento y capacitación de los técnicos y productores.

Con la intensificación del uso del suelo y la cubierta plástica, comenzaron a surgir problemas que antes no se observaban: degradación del suelo por exceso de sales, disminución de la materia orgánica, y aumento de plagas y enfermedades, entre otros.

Algunas plagas y enfermedades se volvieron muy destructivas causando cuantiosas pérdidas en años donde las condiciones climáticas les eran favorables.

Si bien numerosas enfermedades de suelo afectaban los cultivos, los nematodos comenzaron a transformarse en un gran dolor de cabeza, especialmente para las solanáceas (los de mayor valor económico en la región).

Al aparecer el bromuro de metilo en el mercado, los problemas relacionados a nematodos y enfermedades fúngicas de suelo parecieron haber sido controlados: una vez que el productor aprendía la metodología de aplicación del producto (algunos la tercerizaron), y teniendo los recaudos correspondientes, dada la peligrosidad del mismo para la salud humana, los cultivos podían llegar a término de cosecha con mínimas pérdidas.

El bromuro de metilo, es un compuesto químico que en contacto con el aire se transforma en un gas (fumigante). Cuando este gas entra en contacto con un organismo vivo provoca la muerte del mismo, controlando hongos, bacterias, insectos y malezas que puedan ser perjudiciales para el cultivo.

Pero el bromuro de metilo, además de ser peligroso para la salud del aplicador (puede causar quemaduras graves, intoxicaciones, y en ciertas situaciones la muerte), y ser un biocida no selectivo (elimina también a los organismos benéficos) es perjudicial para la "capa de ozono". Al adherir Argentina al Protocolo de Montreal se asumió el compromiso de la sustitución de su uso. Es así como INTA, desde el proyecto TIERRA SANA comenzó a trabajar en distintas alternativas a su uso.

En la zona de La Plata las alternativas químicas fueron las más ensayadas debido a que por cuestiones climáticas la época de tratamiento del suelo coincide en la generalidad de los planteos productivos de solanáceas, con el invierno y principios-mediados de primavera (con excepción de plantaciones tardías de diciembre-enero) donde las temperaturas no favorecen los procesos buscados con las alternativas físicas o biológicas. En cuanto a éstas dos últimas, se trabajó principalmente sobre el uso de vapor de agua.

Si bien las temperaturas durante el verano son suficientes para la realización de una **solarización**, la mayoría de los invernaderos donde se producen solanáceas se encuentran con cultivos implantados en esa época. En consecuencia, para estos planteos productivos la técnica no resultaría adecuada. Podría tenerse en cuenta para cultivos de hoja o en algún diseño de rotaciones en quintas diversificadas.

La **biofumigación** es una alternativa que no fue desarrollada por el proyecto en la zona, pero hoy resulta muy interesante, ya que podría realizarse en épocas de menores temperaturas, dado que prioriza la acción de gases provenientes de la descomposición de la materia orgánica sobre la temperatura, si bien esta última favorece el proceso. En la actualidad se ha incorporado esta actividad tanto al Proyecto Regional de la EEA AMBA como a proyectos nacionales de INTA, e incluso hay experiencias en marcha promovidas desde el IPAF Pampeano y grupos de Cambio Rural, abriendo una perspectiva interesante para la región.

En un principio se pensó que el uso de **vapor de agua** podía ser una solución al problema de la desinfección del suelo. Inicialmente se probó la aplicación del vapor con unas campanas metálicas de unos 4m x 0.80m x 0.60m que se apoyaban sobre los lomos, previamente armados, y se esperaba hasta que la temperatura alcanzara unos 70°C a 20 cm de profundidad. Una vez logrado esto se esperaba unos 7-8 min y luego se desplazaba. Si bien resultaba efectivo en el control, fue muy engorroso de realizar, dado las horas de trabajo que se requerían y lo riesgoso de manipular el equipo con vapor de agua (el movimiento era manual). Posteriormente un productor florícola desarrolló un dispositivo (Móvil-Vap®) en forma de rastrillo, que conectado a la caldera inyectaba el vapor a través de púas, y que era arrastrado con un malacate. Esta técnica mejoró la operatoria y redujo considerablemente el tiempo requerido para la aplicación. Para la desinfección de sustratos se ideó un sistema tipo parrilla de caño hueco con perforaciones, montado en la caja volcadora de un camión. El sustrato se colocaba en la caja, se cubría con una lona o polietileno, y el vapor se inyectaba a través del mismo. Una vez finalizado el proceso, se descargaba el sustrato de manera sencilla. Sin embargo dado que la caldera utilizada consumía gran cantidad de combustible (70 litros de gasoil por hora) y que su valor de adquisición era elevado, sólo fue incorporada en los grupos de productores a los cuales el proyecto les había entregado un equipo en comodato. Así esta tecnología, si bien efectiva en el control de malezas, enfermedades y nematodos, sólo fue incorporada por productores de flores de corte y de plantas

en maceta (para desinfección de sustrato) que contaban con dicha caldera. Actualmente, la oferta de calderas de menor tamaño en el mercado y la posibilidad de utilizar gas natural en zonas donde antes no se disponía de este servicio, pueden colocar nuevamente a ésta como una alternativa factible, especialmente para la desinfección de sustratos.

Para la desinfección de sustratos se evaluó la eficiencia de un dispositivo creado por EMBRAPA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria) denominado **colector solar**, el cual consiste básicamente en una caja de madera, en la cual el lateral superior fue reemplazado por un polietileno transparente, debajo de cual se alojan seis tubos metálicos pintados de negro. El dispositivo debe tener una inclinación acorde a la ubicación geográfica, para permitir la mejor captación de la energía solar. El fundamento de la técnica consiste en aprovechar la radiación solar para calentar el sustrato contenido en los tubos. El colector puede ser utilizado casi todo el año. Se ensayaron distintas mezclas de sustratos utilizadas comúnmente en la zona y se obtuvieron resultados satisfactorios. Esta técnica resulta viable para pequeños y medianos productores.

El uso de **microorganismos** en el control de patógenos de suelo fue una alternativa poco explorada por el proyecto en la zona. Se ensayó el uso de *Trichoderma* y *Azospirillum* de origen comercial, solos y en mezcla, en un cultivo de lechuga sobre un lote donde el principal problema era la podredumbre causada por *Sclerotinia*. En el caso de los cultivos de hoja, como lechuga, donde es muy común el sistema de monocultivo, la cantidad de inóculo de hongos patógenos suele ser elevada debido a la falta de rotación que corte el ciclo de los mismos. El ensayo consistió en el uso de estos microorganismos aplicados por riego directamente sobre las bandejas de plántines, unos días antes de la plantación, y por goteo unos días después de la plantación. Si bien no hubo diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo en cuanto al control de la enfermedad, estimada a través del número de plantas afectadas, sí hubo diferencias en cuanto al peso fresco de las mismas, a favor del uso de la mezcla de microorganismos. Éste último resultado coincide con lo determinado en otras experiencias, donde la incorporación de microorganismos favorece el crecimiento de las plantas. En cuanto al control de la enfermedad, la elevada carga inicial de inóculo seguramente redundó en una gran desventaja frente a la incorporación de microorganismos. Sería importante repetir la incorporación de los mismos en sucesivos ciclos para favorecer su instalación.

En cuanto a las alternativas químicas inicialmente se realizaron numerosos tratamientos con **metam sodio** y **dazomet**, dado que eran los únicos productos desinfectantes que se hallaban en forma comercial disponible para el productor. Los resultados se compararon a los del bromuro de metilo y otros productos en etapa de desarrollo e inscripción en parcelas demostrativas, y cuando se trataba de ensayos se incorporaba un testigo sin desinfección. El metam sodio es un desinfectante que al incorporarse al suelo, en presencia de humedad, se descompone liberando gases (metilisotiocianatos y amonio) de efecto biocida. Previo a su aplicación es necesario preparar el suelo de manera que quede desterronado, suelto y con cierta humedad, cubrirlo con polietileno y dejarlo en estas condiciones algunos días (dependiendo las temperaturas) para activar las semillas de malezas y estructuras resistentes de hongos. La incorporación se realizaba a través de la cinta de goteo por medio de una bomba centrífuga. En este caso, en general el control de patógenos de suelo y malezas resultaba similar al del bromuro. En cuanto a los nematodos los resultados eran variables, dependiendo del nivel inicial de la población y del ciclo del cultivo: si la población era muy elevada, la cantidad de individuos que sobrevivían era alta y afectaba al cultivo especialmente si era de ciclo largo. En estas circunstancias se aplicaba por goteo, como complemento, algún producto nematicida (aldicarb, etoprop), teniendo en cuenta el período de carencia del mismo. En situaciones de poblaciones menos abundantes los resultados fueron similares. Si bien en estos casos las diferencias sobre el rendimiento no eran significativas a nivel estadístico, a nivel comercial, la diferencia entre kg producidos y la mayor cantidad de frutos de primera categoría resultaba generalmente a favor del tratamiento con bromuro.

El **dimetil disulfuro** es otro producto químico que fue evaluado. Su aplicación es similar a la del metam sodio. Los resultados obtenidos en el control de nematodos fueron muy buenos en comparación con este último y similar al del bromuro de metilo. En cuanto al de enfermedades no hubo prácticamente diferencias. No así en el de malezas, resultando menos eficiente en este aspecto. Los resultados a nivel rendimiento no mostraron diferencias significativas con respecto al bromuro y al metam sodio. A nivel calidad se evidenció menor cantidad de frutos de primera, en coincidencia con lo observado con éste último. Este producto no se hallaba a nivel comercial.

Los ensayos de **agrocelhone** (dicloropropeno + cloropicrina) se iniciaron en la zona a través del proyecto. Los resultados obtenidos en el control de nematodos no tuvieron diferencias con respecto al uso de bromuro de metilo, al igual que en el de enfermedades de suelo. A excepción del trébol blanco (*Trifolium repens*) y del cebollín (*Cyperus rotundus*) el control de malezas

también resultó bueno. No hubo diferencias significativas en cuanto al rendimiento y la calidad de los frutos.

A través de un convenio con la empresa ARISTA se iniciaron en el año 2009 ensayos para determinar la eficiencia de un nuevo producto: el **ioduro de metilo**. El mismo se ensayó con la formulación ioduro de metilo 98% + cloropicrina 2%, que se presentaba en estado gaseoso. En el caso del ensayo en La Plata se aplicó con un emulsionante (Nutrapic al 4%) no así en Mar del Plata (donde también se ensayó), ya que la formulación utilizada lo incluía. Además era necesario inyectarlo a presión, para lo que se utilizaron tubos de nitrógeno. Los resultados obtenidos en el control de nematodos fueron similares al bromuro de metilo. En cuanto al control de malezas en el ensayo realizado en La Plata resultó similar al bromuro cuando se utilizó mulching TIF, y resultados obtenidos por el equipo técnico de Mar del Plata mostraron menor control sobre las mismas. El efecto fungicida no pudo ser evaluado en este ensayo, pero los resultados obtenidos en Mar del Plata muestran un control similar al bromuro. Con respecto al rendimiento no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, al igual que en Mar del Plata, se obtuvieron mayores rendimientos en los tratamientos con Ioduro de Metilo. Actualmente la inscripción de este producto se encuentra suspendida.

Más allá de la necesidad de reemplazar al bromuro por su inminente salida del mercado, el análisis económico de cada establecimiento es el que permite determinar si las pérdidas económicas derivadas del uso de otra alternativa compensan el costo, hoy en día muy elevado, de la desinfección con bromuro.

Además de la existencia o no de productos en el mercado que puedan reemplazar al bromuro de metilo en su uso como desinfectante, sería importante plantearnos la necesidad de ver al cultivo como un sistema, donde cada decisión pasada o futura no sólo con respecto al manejo sanitario del suelo, sino a la elección del híbrido o variedad, la conducción del mismo, el manejo de plagas y enfermedades, la fertilización, etc., influirán en el siguiente cultivo, y como la actividad productiva impacta a nivel ambiental.

La solarización: una realidad en la producción hortícola del NOA

Víctor Alfredo Mollinedo. INTA Yuto.

Agradecimiento

Esta presentación está extractada del "MANUAL DE SOLARIZACIÓN", material que fue publicado en el año 2009, con financiamiento del Proyecto "Tierra Sana" (MP/ARG/00/033), bajo la coordinación del Ing. Agr. Miguel Ángel Sangiacomo, y cuyos autores son María del Huerto Colombo de Ramirez, de la Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista – INTA, Víctor A. Mollinedo (ex técnico de la Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto – INTA, y Arnaldo Cristian Tapia, de la Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto – INTA (integrantes del equipo regional Salta - Jujuy del proyecto TIERRA SANA). Colaboraron Alfredo Szczesny de la AER Mar del Plata, y Analía Puerta, del CNIA Castelar.

También participaron en la redacción y revisión del manual los integrantes de los distintos equipos técnicos regionales del proyecto: Oscar Martínez Quintana, Roberto Fernández, Paula Amoia, Pablo Delmazzo y Marisol Cuellas (Gran Buenos Aires); Enrique Adlercreutz (Mar del Plata); Eduardo Scaglia y María del Huerto Sordo (Santa Fe); Antonio Ishikawa, Walter Navarro y Elías José Pacce (Corrientes); Ana María Borquez (Tucumán); Ernesto Luis Gabriel (Mendoza); y Eduardo Orecchia y Evangelina Matoff (Córdoba)

Introducción

En las actividades agrícolas intensivas los períodos de descanso del suelo son muy breves o nulos, y predomina el monocultivo, lo que provoca el "agotamiento" de los suelos y el incremento de los patógenos. Ello obliga al productor a resignar rentabilidad por la reducción de rendimiento y por incremento de costos debido a tratamientos de suelo para corregir los parámetros físicos y químicos, así como el control de plagas y enfermedades que permanecen en el suelo y atacan a los cultivos. Finalmente si las medidas de control no han sido eficientes, el productor se ve obligado a abandonar el cultivo o trasladar su estructura productiva a nuevos suelos. Hongos y bacterias entre otros, son habitantes comunes de la mayoría de los suelos, sobreviven en forma de micelio en sustratos orgánicos, en formas de resistencia como esclerocios y afectan semilla, raíz, tallos, e incluso frutos. Se suman a estos los nematodos.

La solarización es una de las técnicas de desinfección de suelos que contempla el enfoque productivo integral. Por ello, actualmente se constituye como una herramienta útil para determinadas regiones del país, fundamentalmente en sistemas de Producción Orgánica o Producción Integrada.

¿Qué es la solarización?

Es un método físico de desinfección de suelo que disminuye o elimina los patógenos, plagas y malezas del suelo por un proceso hidrotermal. Esta práctica consiste en cubrir el suelo húmedo con un polietileno transparente que retiene la radiación solar y eleva la temperatura del perfil del suelo hasta valores letales para los organismos patógenos.

La solarización provoca cambios complejos en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos que mejoran el desarrollo, crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.

Principio fundamental de la técnica

Los patógenos del suelo, malezas y otros organismos del suelo difieren en su sensibilidad a las altas temperaturas. Algunos no son controlados por la solarización y requieren otras medidas de control, tales como las semillas de *Melilotus* sp., y algunos hongos del género *Macrophomina* y *Synchytrium*. Otros organismos difíciles de controlar con fumigantes de suelo, tales como *Malva parviflora*, *Convolvulus arvensis* y hongos del género *Verticillium*, son fácilmente controlados

mediante la solarización. La mayoría de los organismos nocivos del suelo tienen un carácter mesofílico, o sea resisten poco temperaturas por encima de 31-32 °C en el suelo, por lo que su eliminación es factible si se logra tales niveles térmicos.

A mayor intensidad de radiación solar se logra mayor temperatura del suelo y son mayores los niveles de reducción de los organismos que comprometen la producción agrícola. Este factor varía con la latitud, la época del año y las condiciones climáticas de cada región (nubes, lluvias, etc.). La radiación solar de onda corta puede atravesar fácilmente el polietileno, pero la radiación desde el suelo (de onda larga) lo hace en muy baja proporción; de esta manera, si se coloca una lámina de polietileno sobre el suelo, una importante cantidad de radiación es atrapada bajo la lámina durante este proceso; por lo que la temperatura aumenta a niveles que resultan letales para muchos organismos, incluyendo malezas, plagas y patógenos.

¿Cómo se realiza la solarización?

La preparación del suelo es importante en la solarización, ya que la humedad y el desterronado del suelo aseguran la eficacia del tratamiento al permitir una mejor colocación del polietileno y un calentamiento más homogéneo. Se debe: a) asegurar por lo menos 0,50 m del perfil con estas condiciones; b) tener en cuenta el tipo de maquinaria a utilizar según el tipo de suelo para no compactar; c) evitar la presencia de espacios de aire entre el suelo y el polietileno, ya que esto produce una capa aislante que reduce la absorción de la radiación y el calentamiento del suelo; d) eliminar la presencia de objetos que podrían romper el polietileno.

El éxito de la solarización depende de varios factores, pero lo esencial es la humedad del suelo. Se debe mojar los estratos del perfil del suelo que interesa desinfectar, donde se desarrollará el sistema radicular (50 cm de profundidad por lo menos). El suministro de agua hasta capacidad de campo: a) permite la imbibición de las semillas de malezas y propágulos de patógenos que aumentan la sensibilidad al calor; b) aumenta la conductividad del calor en el suelo mojado y las estructuras son metabólicamente más activas y menos tolerantes a las altas temperaturas.

Debe darse un solo riego inicial abundante, con buena penetración en profundidad; la cubierta de polietileno se debe mantener bien cerrada para conservar la humedad durante el tiempo que dure la desinfección. Normalmente no se requieren riegos adicionales, pero en suelos de textura liviana se debe revisar el contenido hídrico ya que puede ser necesario realizar riegos adicionales (considerar que el riego adicional disminuye temporalmente la temperatura del suelo).

Se puede regar por gravedad, aspersión o goteo; en este último caso el riego puede hacerse antes o después de colocar el polietileno. En el caso de usar las cintas de riego por goteo, se pueden enterrar para evitar el daño de las altas temperaturas que se alcanzan a nivel de suelo.

El polietileno se puede colocar en forma manual o mecánica, según las características de la parcela, pero se debe garantizar el tensado y buen cierre del perímetro para evitar entrada de aire o agua que reducen la temperatura, favorecen la oxigenación y germinación de malezas que levantan la cubierta al crecer. Es importante mantener la cubierta de polietileno bien cerrada para conservar la humedad durante toda la desinfección. Como norma general se debe cubrir de manera continua la mayor cantidad de superficie, pues la presencia de pasillos no solo deja desprotegida la zona no cubierta, sino que por el "efecto borde" el suelo bajo la periferia del polietileno alcanza temperaturas inferiores, con menor control y presencia de potenciales focos de recolonización.

Por razones económicas y técnicas es aconsejable para la solarización el polietileno cristal (PE) ya que transmite más la radiación solar en el espectro visible e infrarrojo corto (IRC) lo que favorece el calentamiento de los suelos. La condensación interna de gotas de agua al solarizar aumenta la opacidad a la radiación terrestre y reduce la pérdida de calor del suelo, facilita la adherencia a la superficie del mismo y evita la presencia de capas de aire que demoran el calentamiento. Los polietilenos cristal de 20, 25 y 30 micrones calientan bien el suelo pero son difíciles de manejar y se deterioran fácilmente, por lo que se usan de 40-50 micrones que son más resistentes al manejo.

Biofumigación – Biosolarización

La Biofumigación es una práctica agronómica que usa sustancias químicas volátiles (aleloquímicos) producidas por la descomposición de los tejidos de algunos vegetales, especialmente del género *Brassica*, para suprimir patógenos del suelo. Los compuestos químicos volátiles que se generan de *Brassica* son isotiocianatos (ITCs) como los principios activos de los fumigantes comerciales metam sodio y dazomet que son altamente tóxicos para los patógenos de las plantas. Los ITCs actúan mediante la enzima mirosinasa que a pH neutro hidroliza

glucosinatos (GCs) y origina metabolitos secundarios con azufre que tienen acción contra patógenos.

Se denomina **BIOSOLARIZACIÓN** a la acción combinada de la Solarización y la Biofumigación. Se atribuyó el incremento del control de la solarización a los compuestos volátiles que genera la materia orgánica incorporada.

Las adiciones de materiales con alta relación carbono-nitrógeno son negativas para el cultivo si no se suplementan con fertilizante nitrogenado. Esta situación explica la falta de uniformidad en el stand de plantas de pimiento en suelos solarizados con compost que logran excelente control de malezas y baja incidencia de enfermedades pero requieren nitrógeno adicional.

Ensayos de solarización y alternativas en Argentina

En las regiones del NOA (Mollinedo y Tapia) y del NEA (Colombo de Ramirez) se realizaron diversos ensayos para evaluar la eficacia de las diferentes modalidades de solarización sobre el control de plagas y enfermedades de suelo, no solo en cultivos bajo invernaderos, sino también a campo abierto. Del análisis y discusión de estos ensayos se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- En suelos solarizados, tanto a campo como en invernaderos, las temperaturas fueron entre 10°C y 15°C más que en suelos no solarizados, siendo 85% de los valores registrados superiores a los 35°C.
- El control de malezas por la solarización fue de superior al 95% en invernaderos y del 60% a campo.
- La solarización produjo 100% de control de hongos de suelo tales como *Phytophthora*, *Phytium* y *Rhizoctonia*; de malezas tales como *Portulaca oleracea*, *Digitaria sanguinalis*, *Amarantus hybridus*, *Cynodon dactylon*, *Fimbristylis liliaceae*, convolvuláceas y umbelíferas; y redujo entre 50% y 100% la aparición de enfermedades causadas por *Alternaria solani*, *Leveillula taurica*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Erwinia carotovora*.
- La solarización de suelos con polietileno negro no es efectiva, mientras que la utilización de polietileno anaranjado presenta resultados similares a los obtenidos con polietileno cristal.
- La solarización en plano presenta un efecto borde de 60 cm en el registro de las temperaturas de suelo.
- La desinfección de suelo con solarización en todos los casos evaluados tuvo comportamiento igual o superior a los tratamientos con fumigantes químicos
- La solarización presentó un buen efecto residual durante el segundo ciclo de cultivo posterior al tratamiento, superando a los tratamientos realizados con fumigantes químicos y a la desinfección de suelo con vapor de agua.
- La solarización solo en bordos, presentó menor eficiencia en el control de nematodos, respecto a la solarización realizada en plano y a la cobertura total del suelo con bordos armados.
- La solarización aumentó la producción de tomate a campo y en invernadero, y en pimiento en invernadero produjo una anticipación de 20 días en la cosecha y un aumento en los rendimientos del 25%.
- En condiciones del invierno en la provincia de Corrientes no se lograron temperaturas adecuadas para el control de patógenos de suelo, produciéndose además un mayor número de malezas en suelo solarizado respecto al testigo sin solarizar. En estas condiciones los mejores resultados se obtuvieron con fumigantes químicos.

Sanidad en Cultivos de Tomate bajo invernadero en la zona de La Plata. Enfermedades y Plagas en el Monocultivo de Tomate. Limitantes para la adopción de técnicas de MIP

Claudio Barón. Asesor Priado

Introducción

El desarrollo de una actividad productiva intensiva bajo cobertura, altera el equilibrio del suelo y del ecosistema, ocasionando problemas en el mediano plazo.

Al comienzo de la década del los 90, las plantaciones de tomate realizadas bajo invernáculo, en la zona de La Plata, se conducían a un solo ciclo (largo) bajando la planta y consiguiendo que la misma permaneciera productiva por un período de alrededor de 10-11 meses (20-25 racimos cosechados). Al acumular historia repetitiva de monocultivo en los mismos suelos (más de 10 años de historia), ya a partir de comienzo de siglo, las plantaciones no soportaban un ciclo largo, por las pérdidas y enfermedades que ocurrían, obligando a los productores a una segunda estrategia de planificación de los cultivos que consistió en el doble ciclo (dos ciclos cortos, de 8 racimos cada uno), uno temprano y otro tardío. Conjuntamente con el empeoramiento de las condiciones sanitarias y edáficas del suelo, empezábamos a acumular también la presencia de plagas que iban convirtiéndose en cada ciclo de más difícil control (mosca blanca, trips, etc.) llegando en la actualidad a planteos de situaciones de tan solo un ciclo, el temprano, debido a los problemas ocasionados por Bemisia, en el tardío e intermedio.

Por otro lado a partir del 2007, comenzamos a asistir a la implementación de MIP en cultivos, que progresivamente conllevan a pensar en forma diferentes el control de plagas y por otro lado la difusión cada vez más importante del injerto como esperanza de recupero de los ciclos largos de los 90.

¿Por qué dentro de la conciencia de esta problemática el productor insiste en el monocultivo?

Especialización: presencia en el Mercado, y de clientes que reconocen su producto (obligación de estar y no perder ese lugar).

Escala Productiva

Rentabilidad: Kg producido/ costo de producirlo. Kg totales producidos como balance dentro del año.

Demanda del producto: falta de valor de otros cultivos dentro de la rotación.

La sanidad de los cultivos como una herramienta más para perdurar en una actividad intensiva.

La prevención y disminución de los problemas sanitarios es una integral compleja en la cual se suman muchísimas variables que hacen a toda la estructura productiva, como ser:

-Elección de la zona

-El diseño del invernadero, como responsable del clima que logremos (altura, ventilación, temperaturas, % de humedad, tipo de cubierta, estado del mismo, etc.) y que está en función también de la estructura de producción (que cultivo predominantemente producirémos).

-Manejo climático de ese invernadero.

-El riego, sistema distribución (tipo de manguera, distribución goteros, tipo de gotero, etc.) y estado del mismo.

-Suelo. Nuevo, con años, con o sin problemas manifiestos, historia del lote, etc.

- Rotaciones. Sistemas de Desinfección – Desinfectantes, dosis, tipos, mulching, injerto.
- Material vegetal: susceptibilidad, tolerancia, resistencia, atracción, a los problemas (tantos fúngicos/bacterianos/virales como insectiles).
- Parte aérea: aplicación calendario versus monitoreo, p.a, dosis, frecuencia, maquinaria y eficiencia de aplicación, etc.
- Mano de obra: disponibilidad, forma contractual, profesionalidad y cuidado.
- Limites impuestos por la dirección de la empresa en cuanto a costos.

Problemas HOY: Cuellos de Botella

Reducción de rindes, rentabilidad y calidad del producto a acusa de:

Enfermedades de suelo “ Fatiga ” y nematodos

Mosca Blanca: *Trialeurodes-Bemisia*.TIR (alteraciones en la maduración de los frutos a causa de *Bemisia*).

Cancro

Enfermedades foliares: Botritis, Fulvia, Oidio

Mano de Obra

Aumento constante del costo de producción

Desafíos Productivos: mantener y/o incrementar el rendimiento por ha al menor costo posible.

Temas a profundizar:

Desinfección de suelos, ante la prohibición del Bromuro de Metilo en el 2015. Diferentes posturas al respecto. Alternativas. Enfermedades de suelo y nematodos. Seguir desarrollando el tema injerto.

Mejorar estructuras, para lograr mejor manejo del clima (Ecuación costo/beneficio).

Problema Mano de obra, escasez, falta capacitación, retención de la misma y costos.

Seguir mejorando el MIP- Control biológico.

Aumentos anuales de costos producción en dólares y en pesos- Reducción Costos.

Desafíos inherentes a la estructura comercializadora del sector: cómo convivir con una sobreoferta de producto y diferenciarse.

Venta en mercado interno (depende oferta y demanda), situación más frecuente de sobreoferta, aumento constante de la superficie bajo cubierta (actual 3.700 has, de las cuales 1.500 son de tomate).

Competencia desleal y falta de regulación productiva.

Falta de reconocimiento por parte del comprador de hacer las cosas bien (BPA, producto biológico, etc.).

Falta conocimiento del consumidor. Educación.

Pocas posibilidades reales de diferenciación o nichos (volumen pequeño).

Desafío institucional

Bajo nivel de evolución en el tiempo de las organizaciones de productores y dificultosa interrelación de las empresas con Instituciones oficiales y viceversa para abordar orgánicamente los problemas a encarar.

Falta de una Asociación de productores de Tomate, que planteen sus problemas en forma orgánica.

Falta articular el esfuerzo de organismos del estado (INTA, Ministerio, Universidades) y la actividad privada, que permita filtrar objetivamente, a través de experimentos realizados en la zona de producción, la gran oferta de alternativas de insumos.

Falta interacción, empresas privadas, proveedores insumos, asociaciones productores y parte gubernamental para proveer un marco adecuado de incentivos para migrar en forma más rápida y confiables a sistemas de MIP (caso Corrientes).

Manejo integrado de plagas en cultivo de tomate y pimiento bajo cubierta

Andrés Polack. INTA AMBA.

Introducción

Desde mediados de la década del '80, los invernaderos fueron el medio para un salto cuali y cuantitativo en la producción intensiva de hortalizas en Argentina. Los cambios tecnológicos que acompañaron a esta producción hortícola bajo invernadero estuvieron enmarcados dentro del paradigma de la "Revolución Verde". Se generalizó el uso de cultivares híbridos de gran rendimiento con altos niveles de fertilizantes a través del riego por goteo (fertirrigación). Los plaguicidas fueron utilizados como la herramienta casi excluyente para controlar plagas y enfermedades. Las ventajas en la productividad, precocidad, uniformidad y calidad del producto contrastaron con los problemas que ocasionó este uso intensivo de insumos (plaguicidas y fertilizantes).

Hasta mediados de la década pasada estaba instalada la creencia entre asesores técnicos y productores que era imposible producir con niveles aceptables de rentabilidad, sin una estrategia basada en una alta frecuencia (semanal o aún mayor) de aplicación de plaguicidas. Este manejo no solo fue ineficiente y poco efectivo sino que además terminó agravando el problema que se pretendía resolver. En efecto, se exacerbó los problemas de resistencia a los plaguicidas y se destruyeron los mecanismos de control natural de plagas por la eliminación de los enemigos naturales. La consecuencia fue un crecimiento incontrolable de las poblaciones de plagas.

El paradigma del manejo tradicional entró en crisis en esos años cuando la especie de mosca blanca *Bemisia tabaci* ingresó al Cinturón Hortícola Platense. Rápidamente quedaron en evidencia las serias limitaciones del control químico para ejercer un control satisfactorio sobre esta plaga.

El manejo integrado

Previo a esta situación, el INTA venía proponiendo un cambio de enfoque en el manejo de plagas que, en este contexto, cobró un nuevo impulso. En una primera etapa se trabajó fuertemente en la necesidad de incorporar el monitoreo de plagas y los umbrales de intervención como base del criterio de decisión. Paralelamente se planteó la necesidad de restringir la lista de plaguicidas a utilizar a los de menor toxicidad y más selectivos. Estos son pasos importantes y necesarios pero no suficientes para implementar un manejo de plagas sustentable.

Según el enfoque original del Manejo Integrado de Plagas (MIP), los agroecosistemas deberían estar suficientemente diversificados como para favorecer el control natural, de modo tal que los plaguicidas sean usados solamente en situaciones de emergencia. Si bien el control biológico y la utilización de plantas hospederas resistentes, son considerados componentes claves del MIP, en la práctica, esta valoración ha sido muy poco tenida en cuenta. La estrategia que ha prevalecido para el control de plagas en los últimos 50 años, ha sido el enfoque terapéutico, es decir el uso de agroquímicos tóxicos. Dentro de este contexto, el MIP no puede limitarse a racionalizar el uso de plaguicidas.

El MIP debe basarse en primer lugar en una intensificación de las medidas preventivas. Estas pueden dividirse en tres grupos: (1) las que denominamos "gestión de la resistencia" e involucran, por un lado, la incorporación de resistencia de base genética a través de cultivares resistentes/tolerantes y, por otro, las prácticas que contribuyen a que el cultivo tenga una mayor capacidad de defensa contra las plagas. En ese sentido se recomienda evitar situaciones de estrés y desequilibrios nutricionales, dos factores que pueden favorecer la susceptibilidad del cultivo a las plagas.

El segundo grupo (2) comprende todas las medidas y prácticas que contribuyan a reducir el inóculo de plagas tanto en el cultivo como en la finca. Incluso debería considerarse la posibilidad de actuar a nivel zonal por la capacidad de dispersión a largas distancias que tienen ciertas plagas. Las medidas de saneamiento (eliminación de rastrojos, restos de podas y desinfección de estructuras) han figurado siempre en el conjunto de recomendaciones básicas del manejo

integrado. Muchas veces son dejadas de lado en función de otras prioridades dentro de la finca y su implementación resulta más difícil de lo que, a priori, parece. Debe ser un aspecto particular del manejo sobre el cual insistir. Un lugar destacado en este grupo de medidas son las que permitan contar con plantines de sanidad garantizada. Se ha trabajado en la elaboración de Protocolos que reúnan todas las medidas necesarias para alcanzar este objetivo.

El tercer grupo de medidas (3) lo denominamos "gestión de la biodiversidad". En este grupo están incluidas todas las prácticas que favorezcan la acción de enemigos naturales. Los insectos benéficos tienen requerimientos específicos (néctar, polen, presas alternativas, refugio, etc.) que difícilmente pueden ser aportados por un solo cultivo. De ahí surge la necesidad de intervenir a través de la manipulación del hábitat para asegurar la disponibilidad de dichos recursos. La gestión de la diversidad incluye también la reducción de especies vegetales con potencial efecto nocivo, por ser reservorios de plagas y virus.

El control biológico

A partir de estas acciones preventivas se comienza a construir la estrategia que tiene como uno de sus puntales al control biológico. El control biológico es la manipulación de los enemigos naturales para controlar las plagas. La clave para su éxito está en lograr que los enemigos naturales colonicen el cultivo tempranamente para que se encuentren en una proporción relativamente alta en relación a las plagas que controlan. Dentro del control biológico conviven dos alternativas: (1), la cría artificial de un enemigo natural para su liberación en el cultivo en forma inoculativa o inundativa y (2) la conservación de enemigos naturales por medio de manipulaciones ambientales para proteger y aumentar su abundancia, diversidad y efectividad. A este último es lo que se ha denominado control biológico por conservación. Su estrategia presupone la existencia de un ambiente externo a los cultivos capaz de proveer condiciones ambientales y recursos para sostener una población de potenciales enemigos naturales que puedan ser aprovechados dentro del sistema productivo fomentando su supervivencia, la fertilidad, longevidad y comportamiento. Tales acciones de conservación pueden estar dirigidas o bien a mejorar las condiciones favorables, o bien a mitigar las condiciones negativas para los enemigos naturales. En este último caso está incluida la posibilidad de realizar una rigurosa selección de plaguicidas, privilegiando aquellos que tengan menos efectos negativos sobre los grupos de enemigos naturales que se pretenden conservar.

La cría y liberación de enemigos naturales es un complemento necesario en situaciones en las que es difícil lograr una instalación espontánea de los enemigos naturales o que su demora puede ser riesgosa cuando se trata de plagas que son vectores de virosis, por ejemplo.

El monitoreo de plagas

En este marco previamente enunciado cobra sentido el monitoreo de plagas. El monitoreo por sí solo no resuelve ningún problema. Es lo mismo que confiar el cuidado de la salud exclusivamente a la realización de controles periódicos sin realizar ejercicios o llevar adelante una dieta.

El monitoreo tiene como finalidad (1) conocer el estado sanitario del cultivo, (2) conocer la evolución de la población de las plagas y, en el caso de efectuarse después de, por ejemplo la aplicación de un insecticida, (3) controlar la efectividad de las medidas adoptadas. Es entonces el medio por el cual decidir el momento oportuno para realizar una aplicación y elegir el principio activo a utilizar. Por otra parte permite detectar problemas como la mala calidad de una aplicación o la baja efectividad de un principio activo, y corregirlos a tiempo. Los criterios principales en los que se basa el sistema de monitoreo es centrar la atención en las plagas primarias del cultivo de tomate y pimiento y la simultaneidad de las observaciones de distintas plagas en una misma planta. Los detalles pueden consultarse en la Guía desarrollada por el INTA San Pedro.

La elección de plaguicidas

Cuando el nivel poblacional de una cierta plaga requiere intervenir con la aplicación de un plaguicida, es clave elegir el principio activo adecuado. En esta elección se puede jugar gran parte del éxito de toda la estrategia de manejo. Por un lado se deben elegir productos de probada efectividad sobre la plaga que se pretende controlar. Por otro lado se debe ser muy riguroso en la elección de estos plaguicidas en función de sus efectos sobre los enemigos naturales. No basta con que un plaguicida sea selectivo. Por ejemplo, se acepta que los insecticidas reguladores de crecimiento (IGR) son en general altamente selectivos respecto de

principios activos de las familias de los fosforados, carbamatos y piretroides. Sin embargo debe verificarse que un plaguicida de este grupo sea específicamente de baja toxicidad para las familias de enemigos naturales claves (ácaros predadores, chinches predadoras, parasitoides, etc). No existe lamentablemente información local suficiente pero puede utilizarse a modo orientativo las bases de datos en línea de empresas productoras de enemigos naturales tales como Koppert y Biobest.

Por último, es muy importante asegurar una muy buena calidad de aplicación de estos productos. Se debería extremar la atención en el uso de equipos adecuados para los volúmenes y presiones requeridas. El control y mantenimiento de los mismos no deberían ser descuidados. Además, los plaguicidas tienen que ser aplicados junto a un coadyuvante lipofílico, es decir con afinidad con las sustancias cerosas de la cutícula de las hojas.

Conclusiones

Durante los últimos años se ha evaluado de manera satisfactoria el funcionamiento de estos criterios de manejo bajo las exigentes condiciones de producciones comerciales. Se ha podido comprobar cómo un leve exceso de aplicaciones, sin tener en cuenta los criterios de selectividad mencionados, provoca un mayor ataque de plagas. En aquellos productores que han adoptado este manejo hace varios años, se ha observado una sensible y progresiva reducción del uso de plaguicidas. Si bien existen muchos aspectos por mejorar, se dispone actualmente de un esquema básico de manejo confiable para llevar adelante un control de plagas sustentable.

Manejo integrado de enfermedades que afectan a órganos aéreos

Mariel Mitidieri. INTA San Pedro.

Equipo de trabajo: Virginia Brambilla, Martín Barbieri, Estela Piris, Ramón Celié, Esther Arpía, Paula Amoia, María Eugenia Strassera, Andrés Polack.

Introducción

Si se aborda el manejo integrado enfermedades desde un punto de vista ecológico (Dufour, 2001), el tamaño de la población de un patógeno y el daño que éste ocasiona sería un reflejo del diseño y manejo de un agroecosistema particular. Si este diseño facilita el desarrollo y expansión de la población de este patógeno o dificulta la acción de organismos antagonistas se deberán utilizar recursos para controlarlo. Por lo tanto el primer paso para lograr un manejo sostenible y efectivo de enfermedades será analizar el agroecosistema en particular. El manejo integrado "convencional" (Fig 1) se basó en el uso de agroquímicos como primer recurso para el manejo de plagas. A este abordaje, que es básicamente reactivo le falta conocer la base ecológica de las infecciones de los patógenos que desea controlar y de las preguntas básicas que deben hacerse para lograr un manejo de plagas basado en conceptos agroecológicos:

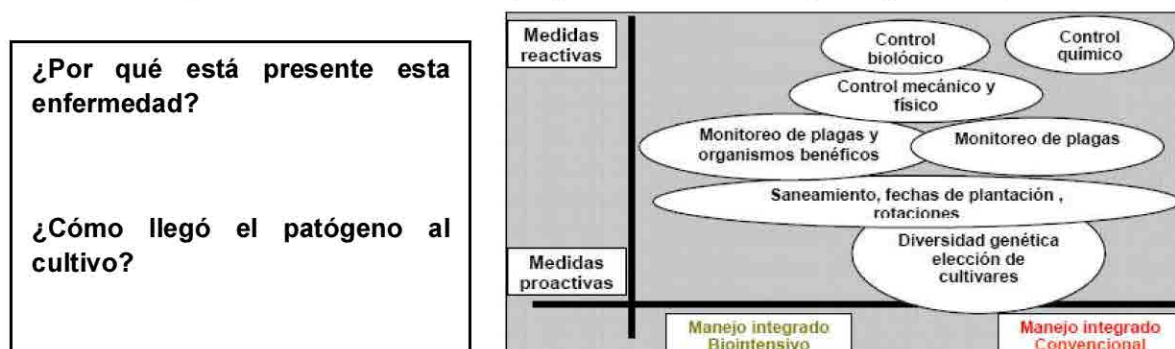


Fig 1. Manejo Integrado de Plagas Biointensivo. Adaptado de Dufour, R., 2001.

El manejo integrado "Biointensivo" (Dufour, 2001), incorpora factores ecológicos, económicos en la toma de decisión y diseño del sistema y temas de interés público como la calidad ambiental y seguridad alimentaria. Este sistema es básicamente **proactivo**. Entre los pasos para implementar un sistema exitoso de manejo integrado de enfermedades la **planificación** debe ser el eje central de la iniciativa por lo que recomienda:

- Dedicar todo el tiempo necesario para decidir las rotaciones dentro del establecimiento y la elección de cultivares,
- Rediseñar el sistema para no generar fuentes de inóculo y condiciones predisponentes al desarrollo de enfermedades,
- Permitir el aumento de la población de organismos antagonistas,
- Obtener la información técnica necesaria para cumplir con estos objetivos,
- Organizar el monitoreo, cuadernos de campo, mantenimiento de equipos, etc.

Estrategias proactivas para el manejo integrado de enfermedades que afectan a órganos aéreos

A continuación haremos énfasis en algunas estrategias. Algunos conceptos han sido desarrollados por otros docentes de este curso. Para ampliar detalles de lo aquí expuesto se puede consultar en línea: Avances en el manejo de enfermedades foliares en cultivo de tomate y pimiento bajo cubierta <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210790.pdf>

Conocimiento de las enfermedades que afectan a los cultivos

Las enfermedades foliares que afectan a los cultivos bajo cubierta no son las mismas que las de los cultivos a campo. En los invernaderos de la región pampeana es común en tomate, observar ataques ocasionados por *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium fulvum* y *Leveillula taurica*. Este último patógeno es muy importante en pimiento. En cambio en los cultivos de tomate a campo es más común encontrar daños ocasionados por *Septoria lycopersici*, *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Pseudomonas syringae* y *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria*. Esta bacteria también está presente en pimiento. *Phytophthora infestans* puede aparecer en ataques intensos si los cultivos no han recibido tratamientos preventivos, tanto a campo como bajo cubierta. La descripción de los síntomas de estas enfermedades puede consultarse en línea en: Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. <http://inta.gob.ar/documentos/guia-de-monitoreo-de-plagas-y-enfermedades-de-tomate-y-pimiento>.

Elección de cultivares adaptados a la zona y resistentes o tolerantes a enfermedades

Este objetivo es difícil de lograr, ya que la mayoría de los materiales genéticos utilizados son importados y portan genes de resistencia que corresponden a patógenos y cepas comunes en los países de origen. Sin embargo es importante tener en cuenta este aspecto a la hora de elegir. Por ejemplo existen cultivares de tomate resistentes a *Leveillula taurica* (Elpida) y *Cladosporium fulvum* (Beverly) que facilitan la reducción en el uso de fungicidas, sobre todo una vez iniciada la cosecha. En el último caso se ha observado también menor presencia de fumagina (Mitidieri, 2009).

Remoción del cultivo anterior y limpieza de estructuras, elementos de tutorado, herramientas, etc.

El objetivo de esta estrategia consiste en evitar el ingreso del patógeno en el cultivo. Los restos del cultivo anterior nunca deberán quedar cerca del cultivo nuevo, se deben enterrar, compostar, etc. Mantener el invernadero cerrado por varios días. Limpiar con agua a alta presión las estructuras para eliminar restos orgánicos. Repetir con una solución detergente y enjuagar. Limpiar con hipoclorito al 10 %. **ATENCIÓN: NO MEZCLAR DETERGENTE E HIPOCLORITO. LOS OPERARIOS DEBEN TENER EQUIPO DE SEGURIDAD AL REALIZAR ESTAS TAREAS.** Lavar y desinfectar todo el equipamiento Dejar los elementos de tutorado una noche en hipoclorito al 10 % y enjuagarlos. Llenar con una solución ácida las líneas de riego pH 1.6-1.7 (1 parte de ácido nítrico o fosfórico en 50 partes de agua) la que permanecerá 24 horas y luego dejar correr agua hasta que haya sido eliminada totalmente. Retirar electrodos de pHmetro y conductímetro antes de esta operación **ATENCIÓN: TENER EL INVERNADERO VENTILADO DURANTE ESTA OPERACIÓN PARA EVITAR LA FORMACION DE GASES TOXICOS**

Establecimiento de un nuevo cultivo

Los plantines deben provenir de semilla libre de patógenos. Muchas enfermedades se transmiten por semilla como por ejemplo: *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* y *Clavibacter michiganensis* pv *michiganensis*. Antes de ingresar los plantines al cultivo se debe comprobar que estén libres de plagas y enfermedades y que las bandejas hayan sido desinfectadas. Otras prácticas que ayudan a evitar el ingreso de patógenos son: colocar pediluvios en los ingresos, restringir el ingreso de personas a los invernaderos y controlar el de operarios, utilizar guardapolvos, limpiar las herramientas todos los días, no colocar ornamentales cerca de los invernaderos con cultivos hortícolas.

Monitoreo de enfermedades y condiciones ambientales. Sistemas de alarma

¿Cómo reducir el progreso y dispersión de la enfermedad? El monitoreo de enfermedades para decidir el momento de aplicación de un determinado fungicida, así como el desarrollo de sistemas de alarma son herramientas del manejo integrado que recién comienzan a desarrollarse en nuestro país. El concepto de umbral de daño económico puede aplicarse al manejo de enfermedades y se define como "el valor de intensidad de la enfermedad que causa pérdidas económicas en el cultivo equivalentes al costo de aplicación del fungicida". Todavía no existen umbrales de daño determinados para enfermedades que afectan a cultivos hortícolas en nuestro

país. Se evaluó el rendimiento por planta en parcelas donde se logró establecer un gradiente de severidad de odiosis (*Leveillula taurica*) y moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*), sin obtenerse diferencias para los cvs Superman y Beverly. Similares resultados se obtuvieron sólo para moho de la hoja en Badro y tomate cherry Miguel Angel (Mitidieri et al., 2012; Barbieri et al., 2012). Estos resultados difieren de los obtenidos por Colaianni y Schalamuk (2013), quienes observaron en La Plata, mayor número y peso de frutos en el híbrido Elpida, acompañando la menor severidad de moho de la hoja. En cambio en pimiento, se ha estimado que un 1% de incidencia de *Leveillula taurica*, corresponde al mismo porcentaje de pérdidas en el rendimiento.

Los sistemas de alarma son modelos matemáticos que usan las condiciones climáticas locales y el conocimiento del ciclo de la interacción hospedante patógeno para predecir el desarrollo de enfermedades. Los primeros ejemplos fueron EPIDEM y Fast que predecían epifitias causadas por *Alternaria solani* en USA. El modelo TOMCAST (tomato + forecast) utilizado actualmente en dicho país, se basa en la temperatura y horas en que la superficie de la hoja se mantiene húmeda y genera valores de severidad de enfermedad. Cada 24 horas los datos son convertidos a unidades de desarrollo de la enfermedad. Estos valores se suman diariamente hasta que dicho valor excede un umbral determinado. A partir del mismo se recomienda realizar una aplicación. Se utiliza en algunos países para controlar, en cultivos a campo *Alternaria solani*, *Septoria sp.* y antracnosis. No se usa para enfermedades de origen bacteriano o viral.

Estrategias reactivas para el manejo integrado de enfermedades en cultivos bajo cubierta

El control químico y biológico forman parte del manejo racional de enfermedades, si se incluyen en una planificación con tratamientos preventivos para aquellos patógenos de cuya presencia se tiene certeza y ante condiciones predisponentes para la infección. En ese sentido es importante conocer las características de los productos a utilizar, su movilidad dentro del hospedante, el rango de patógenos que controlan y el riesgo de generar cepas resistentes de cada uno de ellos. A mayor especificidad en el sitio de acción mayor es la probabilidad de que aparezcan cepas resistentes en el patógeno.

Control químico. Estrategia para el control químico racional

El INTA San Pedro desarrolló un protocolo de manejo integrado de plagas y enfermedades bajo cubierta para tomate y pimiento. En éste, disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/produccion-de-tomate-diferenciado.-protocolo-preliminar-de-manejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades/> se plantean algunas estrategias para el control de las principales enfermedades que afectan a estos cultivos en el Cinturón Hortícola Metropolitano y producciones hortícolas de las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos y Santa Fe. Propone medidas preventivas y algunos tratamientos para trips con insecticidas para evitar infecciones tempranas del virus de la "peste negra del tomate". También se recomiendan pulverizaciones con productos cúpricos para evitar las infecciones de cancro bacteriano en las primeras etapas del cultivo y tratamientos preventivos para reducir la presión de inóculo y retrasar el desarrollo de las enfermedades más comunes como oidiosis y moho de la hoja cuyos síntomas son más evidentes a inicio de cosecha. En las primeras etapas del cultivo, se propone utilizar fungicidas de contacto y de amplio espectro y dejar los productos más específicos para cuando se hayan observado síntomas. De esta manera se intenta evitar la aparición de cepas resistentes. Las estrobilurinas son la excepción ya que por su modo de acción, al impedir la germinación de los conidios son más eficaces si son utilizadas en tratamientos preventivos.

El conocimiento previo del efecto de las aplicaciones de un determinado principio activo sobre la sanidad del cultivo, puede contribuir a disminuir el número de aplicaciones. Los tratamientos preventivos en tomate con fungicidas o con aceite redujeron la presencia de enfermedades durante la cosecha, momento en que se recomienda no realizar tratamientos (Mitidieri, 2009). Existen numerosos ejemplos del efecto de los tratamientos preventivos, a modo de ilustración se presenta uno registrado en el cinturón hortícola platense:

En la figura 2 se muestra la evolución de enfermedades foliares en cultivos de tomate bajo cubierta, extraídos de planillas de monitoreo. A la izquierda, la aplicación de tratamientos preventivos en las primeras etapas del cultivo (cv. Rodas, transplante 3 de agosto) retrasó la aparición de enfermedades, se aplicó procimidone para control de *Botrytis* cuando hubo condiciones predisponentes para la enfermedad. La presencia de oidiosis fue muy baja durante todo el ciclo. A la derecha (cv Durinta, tomate en racimo), los escasos tratamientos preventivos realizados, permitieron el desarrollo de una ataque intenso de *Botrytis*, debido a una falla en los mecanismos de ventilación del invernadero que generaron condiciones predisponentes para el

ataque del patógeno; se observa la aparición de fumagina a final de ciclo como consecuencia de la presencia de moscas blancas en el cultivo.

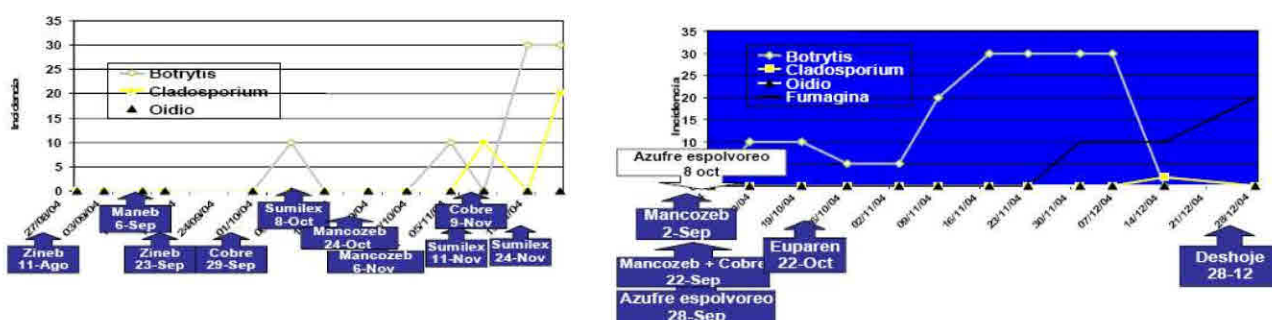


Fig 2. Evolución de enfermedades en cultivo de tomate bajo cubierta. Transplante temprano.

En pimiento, también se obtuvieron buenos resultados combinando el monitoreo semanal del estrato inferior de las hojas del cultivo con tratamientos tempranos (Mitidieri *et al.*, 2010). Así como las aplicaciones de aceite tienen acción sobre los patógenos, otros compuestos como los bicarbonatos de sodio y potasio (Fallik *et al.*, 1997) han demostrado tener acción sobre *Leveillula taurica* en pimiento y los extractos naturales como el aceite de neem sobre moho de la hoja en tomate (Barbieri *et al.*, 2012, Mitidieri *et al.* 2012).

Control biológico

Existen antecedentes de control biológico de las enfermedades que afectan a los cultivos hortícolas de nuestro país. Por ejemplo: *Bacillus subtilis* demostró ser efectivo contra *Leveillula taurica* en pimiento (Olsen *et al.*, 2001). Pero en general el manejo de enfermedades foliares utilizando biocontroladores es muy compleja y mucho más difícil de lograr que el control de insectos.

El gran desafío: comenzó el control biológico de insectos y el manejo de enfermedades debe estar acorde con esta gran hazaña

En los últimos tiempos, gracias al esfuerzo de distintas instituciones y empresas, y como habrán podido leer en este libro, se han hecho grandes avances en el control biológico en el cultivo de pimiento, y ya se inician los trabajos en tomate también. El uso de polinizadores permite además aumentar los rendimientos sin usar hormonas en los cultivos. El manejo de enfermedades no puede estar ajeno a este avance y debe adecuarse para poder contribuir al progreso de la iniciativa. Cada profesional deberá elaborar su propia estrategia. Tomando en cuenta la información que brindan las empresas que proveen estos biocontroladores y las especies que se multiplican en el INTA, más las que se han observado de manera espontánea (Leer textos de Cáceres, López, Iezzi y Polack en este libro), existen datos sobre el efecto secundario de algunos fungicidas sobre estos géneros y órdenes: *Bombus spp.*, *Encarsia*, *Eretmocerus*, *Paelomyces*, *Amblyseius*, *Orius*, *Aphidius*, *Trichogramma*, *Coleóptera*, *Chrysopa*.

Un análisis de los datos disponibles (Ver tablas 1 y 2), permite llegar a las siguientes pautas:

1. Todos los fungicidas, incluso los basados en biocontroladores como *Trichoderma*, tienen efectos nocivos sobre *Bombus*. El único que es incompatible es zineb. Los demás pueden usarse, pero en algunos casos se debe cerrar la colmena y en otros casos se debe cerrar y sacar la misma del cultivo, por un número de días que depende de cada producto.
2. El azufre es tóxico para gran parte de los insectos y hongos entomopatógenos citados por lo que su uso deberá ser muy limitado.
3. El uso de fungicidas debe ser sometido a un análisis que dependerá de los insectos benéficos que se liberarán o que aparecen espontáneamente.
4. De los productos preventivos, que se usarían en las primeras etapas del cultivo, hasta los primeros 30 días se podría usar el oxiclóruo de cobre, teniendo en cuenta que es ligeramente tóxico para *Chrysopa*, larvas y adultos de coleópteros, moderadamente tóxico para adultos de *Encarsia* y tóxico para *Paecylomyces*. Estas aplicaciones deberían realizarse sólo en lotes con antecedentes de cancro y limitarlas a dos aplicaciones a principio de implantación del cultivo.

5. Las aplicaciones preventivas con captan, clorotalonil y fosetil aluminio, podrían realizarse, siendo el biocontrolador más afectado *Paecylomites*. Por ser un hongo destinado al control de nematodos, se podría resolver esto cuidando de que los productos no lleguen al suelo y no usando los rastrojos del cultivo como enmienda orgánica.

6. Los productos sistémicos que pueden completar la disponibilidad de principios activos son azoxistrobina, trifloxistrobina, carbendazim, procimidone y triadimefón; considerando lo dicho en el punto 3.

Tabla 1. Efecto de los fungicidas utilizados para aplicaciones preventivas en tomate y pimiento sobre algunos insectos y hongos benéficos. XX= ligeramente tóxico, XXX= moderadamente tóxico, XXXX=tóxico, NC=no compatible. A=adulto, L=larva, N=ninfa, S/D=sin dato. Para *Bombus* XX=cerrar colmena, XXX=cerrar y sacar colmena. Ace= aceite mineral, Cloro=clorotalonil, Man= mancozeb, Cobre= oxiclورو de cobre, Propa=propamocarb.

	Ace	Azufre	Captan	Cloro	Man	Folpet	Cobre	Propa	Tiram	Zineb
<i>Amblyseius swirskii</i>	XX	XXX	S/D	S/D	S/D	S/D		S/D		S/D
<i>Anthocoris</i>	XXX	XXX			XXX N	S/D		S/D	XX	S/D
<i>Aphidius</i>		XX		XX A				S/D		S/D
<i>Bombus</i>	XXX 24h	XXX 36h	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	NC
<i>Chrysopa</i>					XX A		XX	S/D		
<i>Coleóptera</i>		XX A			XX A		XX		XX	
<i>Encarsia</i>		XXXX A			XX A		XXX A		XXX	
<i>Eretmocerus</i>		XX A				S/D			XX A	
<i>Nematodos</i>		XXXX		S/D		S/D		XX		
<i>Orius</i>	XXX	XX N	S/D			S/D		S/D	XX A	S/D
<i>Trichogramma</i>	S/D	S/D			XXX			S/D	XX L XXX A	S/D
<i>Paecylomites</i>		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXX	XXXX	S/D	XXXX	XXXX

Fuente: elaboración propia a partir de datos publicados en:

<http://www.biobest.be/neveneffecten/4/none/>

Tabla 2. Efecto de los fungicidas sistémicos utilizados en tomate y pimiento sobre algunos insectos y hongos benéficos. XX= ligeramente tóxico, XXX= moderadamente tóxico, XXXX=tóxico, NC=no compatible. A=adulto, L=larva, N=ninfa, S/D=sin dato. Para *Bombus* XX=cerrar colmena, XXX=cerrar y sacar colmena. Azo= azoxistrobina, Car=carbendazim, Dife=difenoconazole, Fose= fosetil aluminio, Meta=metalaxyl, Pro=procimidone, Pyr=pyraclostrobina + boscalid, Tria= triadimefón, Triflo=trifloxistrobina

	Azo	Car	Dife	Fose	Meta	Pro	Pyr	Tria	Triflo
<i>Amblyseius swirskii</i>		S/D	S/D	XX	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
<i>Anthocoris</i>		S/D	XX	XX N	S/D		S/D	XX	
<i>Aphidius</i>				S/D	S/D		S/D		
<i>Bombus</i>	XX	XXX 24 h	XX	XXX48h	XX	XX	XX	XX	XX
<i>Chrysopa</i>					S/D		S/D		
<i>Coleóptera</i>					S/D	XX L XXX A	S/D		
<i>Encarsia</i>	XXA						S/D		
<i>Eretmocerus</i>			S/D	S/D	S/D				
<i>Nematodos</i>							S/D		S/D
<i>Orius</i>		XX	S/D		S/D	XX A	S/D	XX A	S/D
<i>Trichogramma</i>		XXX		S/D	S/D	S/D	S/D		S/D
<i>Paecylomites</i>	S/D	XXX	S/D	XXXX		XXXX	S/D	XXXX	XXXX

Fuente: elaboración propia a partir de datos publicados en:

<http://www.biobest.be/neveneffecten/4/none/>

Puntos críticos y nuevos desafíos en la aplicación del manejo integrado de enfermedades

Según la experiencia hasta el momento las prácticas más difíciles de aplicar son las de mayor efecto en la reducción de la población de patógenos. El saneamiento y manejo del rastrojo son técnicas sencillas de ejecutar pero no se cuenta con la mano de obra necesaria a la hora de realizarlos. Los cultivos viejos se levantan después que fueron transplantedos los cultivos nuevos, por lo que suelen ser fuente de inóculo de enfermedades y plagas. Prácticas como el "interplanting" merecen ser analizadas en detalle para decidir si deben seguir siendo aplicadas. La aplicación de estrategias proactivas se debería acompañar del análisis económico realizado por los asesores privados como parte de la empresa hortícola. No olvidemos que los grandes ejemplos que deseamos seguir, como la adopción del control biológico en la zona de Almería, fue precedido de una campaña de limpieza impulsada por el estado y la imposición a los productores de eliminar los rastrojos en containers (éstos luego son utilizados para elaborar compost). Sin ir más lejos, nuestro ejemplo local, la provincia de Corrientes, además de tener como uno de los pilares a investigadores, productores, funcionarios y asesores muy entusiastas con el uso de biocontroladores, tiene como ventaja un mes de enero tórrido, imposible de sobrellevar para los cultivos dentro del invernadero, que permite que los productores descansen mientras el suelo se solariza y se obtiene el vacío biológico y saneamiento que tanto deseáramos tener en nuestra región pampeana. Aquí con otro tipo de clima, el invernáculo está en uso todo el año, y las plagas y enfermedades tienen donde guarecerse.

Se necesita además generar información sobre el manejo sanitario de los cultivos donde se aplica el control biológico, ya sea para conocer el efecto secundario de insecticidas, fungicidas, extractos naturales y otros agentes biológicos de control, (*Trichoderma*, *Bacillus*, etc.); como así también para el manejo de nuevas plagas y enfermedades que vayan surgiendo en este nuevo contexto de producción.

La calidad del plantín también es un eje central del manejo integrado de plagas. En la medida que se avance en nuestro país en el control de la sanidad de plantines y semillas hortícolas, se podrá progresar en esta estrategia central del manejo integrado, que actualmente depende de la responsabilidad de las empresas productoras de plantines.

Un nivel mayor de complicación, implica planificar las rotaciones ya que muchos productores se han especializado en producir tomate y/o pimiento y la diversificación les demandaría producir otras especies. Dentro de las medidas consideradas anteriormente como reactivas, la escasez de fungicidas registrados con pocos días de carencia y de productos biológicos dificulta la rotación de principios activos y el cumplimiento de las reglamentaciones vigentes.

Para cada punto, como se ve, se requiere del acompañamiento de políticas públicas que contribuyan a dar un marco formal a cada uno de los requisitos y medidas a implementar, sin los cuales es muy difícil poder avanzar. El manejo integrado de enfermedades es un desafío para los profesionales y productores que desean mejorar la calidad de los productos hortícolas. El análisis de las ventajas y dificultades que representa en los actuales sistemas productivos permitirá lograr avances en su implementación.

Bibliografía

- BARBIERI, M.; CELIÉ, R.; BRAMBILLA, V.; PIRIS, E., SILVESTRE, C. Y MITIDIERI, M. 2012. Evaluación de tratamientos preventivos para el control de enfermedades foliares en cultivo de tomate cherry bajo cubierta. Primeras Jornadas Nacionales de Tomate Fresco. La Plata, mayo de 2012. BIOBEST. 2013. Manual de efectos secundarios. Disponible en: <http://www.biobest.be/neveneffecten/4/none/>. Consultado el 24/07/13.
- COLAIANNI, C. Y SCHALAMUK, S. 2013. Evaluación de efecto AgCelence con Bellis en el cultivo de tomate. Basf. Top Science. Buenos Aires, 18 y 19 de julio de 2013.
- DUFOUR, R. 2001. Biointensive Integrated Pest Management. ATTRA.
- FALLIK, E., ZIV, O., GRINBERG, S., ALKALAI, S. y KLEIN, J. D. 1997. Bicarbonate solutions control powdery mildew (*Leveillula taurica*) on sweet red pepper and reduce the development of postharvest fruit rotting. *Phytoparasitica*. Volume 25, [Issue 1](#), pp 41-43.
- GRAVES, A. 2001. Reducing copper and chlorothalonil in staked tomato production on Virginia's Eastern Shore. MSc Thesis. Virginia State University.

LAMBOY, J.S.; DILLARD, H. R. Y LAMBOY, W. F. 1998 Microbial and synthetic products for management of *Botrytis cinerea* grey mold in tomato. Disponible en: http://ipm.cornell.edu/nysipm/publications/grey_mold. Consultado 26/07/13.

MITIDIERI, M.; BRAMBILLA, V.; PIRIS, E. Y GABILONDO J. 2003. Efecto de botriticidas y aceite mineral en el control de enfermedades en cultivo de tomate bajo cubierta. Actas del XXVI Congreso Argentino de Horticultura. ISBN No 987-20806-0-7 Septiembre 2003. Paraná , Entre Ríos, Argentina.

MITIDIERI, M. S., STRASSERA, M. E., AMOIA, R. P. y MARTINEZ QUINTANA, O. R. 2010. Evaluación de fungicidas para el control de oidiosis (*Leveillula taurica*) en el cultivo de pimiento bajo cubierta. Horticultura Argentina 29(68): Ene.-Abr. 2010. Pág: 5-9.

MITIDIERI, M. S. Y POLACK , A. 2012. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. Segunda Edición. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/guia-de-monitoreo-de-plagas-y-enfermedades-de-tomate-y-pimiento>. Consultado el 23/07/13.

MITIDIERI, M. 2009. Avances en el manejo de enfermedades foliares en cultivo de tomate y pimiento bajo cubierta. Taller: Manejo de plagas en la producción fruti-hortícola. Coord. Dora Carmona. Presentación ppt. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210790.pdf>. Consultado el 23/07/13.

MITIDIERI, M.; SANCHEZ, R.; GOMEZ, W.; LÓPEZ RESSER, M.; BARBIERI, M.; CELIÉ, R.; BRAMBILLA, V.; PIRIS, E. 2012. Evaluación de tratamientos preventivos a base de cobre, azufe y aceite de neem para el control de enfermedades foliares en cultivo de tomate bajo cubierta. Primeras Jornadas Nacionales de Tomate Fresco. La Plata, mayo de 2012

MITIDIERI, M; BARBIERI, M.; CELIÉ, R.; BRAMBILLA, V.; ARPÍA, E.; PIRIS, E. 2012. Evaluación de tratamientos preventivos para el control de enfermedades foliares en cultivo de tomate bajo cubierta. Primeras Jornadas Nacionales de Tomate Fresco. La Plata, mayo de 2012

POLACK, A. Y MITIDIERI, M. S. 2005. Producción de tomate diferenciado. Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivo de tomate bajo cubierta. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/produccion-de-tomate-diferenciado.-protocolo-preliminar-de-manejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades/> Consultado el 23/07/13.

SANCHEZ, M. G. Y MITIDIERI M. 2010. Productos fitosanitarios permitidos para la producción y poscosecha de hortalizas. Guía para el productor. ISSN 0327-3237.

Control biológico de plagas: producción y manejo de enemigos naturales entomófagos

Silvia Lopez. IMYZA.

Introducción

Las poblaciones de organismos que habitan ecosistemas naturales mantienen, en general, su nivel de abundancia dentro de ciertos límites inferior y superior como consecuencia de la acción conjunta de factores bióticos y abióticos del ambiente (Huffaker *et al.*, 1976). Entre los factores bióticos que determinan este control natural se encuentran los enemigos naturales (entomófagos, parásitos y patógenos), que atacan los distintos estados de vida de los individuos, provocando su debilitamiento o muerte.

El *control biológico* consiste en el uso deliberado por parte del hombre, de los enemigos naturales para mantener la densidad de una plaga agrícola en un nivel más bajo del que ocurriría en su ausencia (Smith, 1919).

Existen tres tácticas para implementar el control biológico:

1) Clásico: consiste en la importación y colonización de enemigos naturales exóticos contra plagas primariamente foráneas, aunque en algunos casos también se los emplea contra plagas nativas.

2) Aumentativo: consiste en la cría y liberación periódica de enemigos naturales en grandes cantidades (inundación) o la liberación de pocos individuos que sobrevivirán por varias generaciones subsecuentes (inoculación). La diferencia con el control biológico clásico es que no necesariamente implica la importación de enemigos naturales, sino que pueden ser nativos.

3) Por conservación: consiste en el aumento de los organismos benéficos naturalmente presentes en el agroecosistema por manipulación de su ambiente, tornándolo de algún modo más favorable (Stehr, 1975).

En sentido estricto no se puede esperar que el control biológico resuelva todos los problemas que genera un complejo de plagas en un cultivo. En la práctica sólo es posible dentro de un esquema de manejo integrado, que combine métodos culturales, mecánicos, físicos, biológicos, químicos y genéticos.

Enemigos naturales entomófagos

Entre los enemigos naturales de las plagas se destacan los entomófagos parasitoides y predadores.

Los parasitoides son organismos que se desarrollan dentro o sobre su huésped, al cual matan. Los parasitoides más comunes pertenecen a los órdenes Himenóptera y Díptera. El estado larvario es parásito en tanto el adulto es de vida libre. Casi todos los adultos de los parasitoides se alimentan con néctar de las plantas, polen de las flores o con la "melaza" secretada por otros insectos. Las proteínas y azúcares obtenidos son utilizados para vivir y para la producción de huevos. Algunas especies himenópteras actúan también como predadoras al alimentarse de la hemolinfa del huésped, a través de un orificio que hacen en su tegumento con el ovipositor. Esta alimentación es necesaria para completar la maduración de sus huevos (van Driesche *et al.*, 2007).

Los predadores son especies con un estado de vida (adulto y larval o sólo larval) que mata y come a su presa para su desarrollo, sustento y reproducción. A diferencia de los parasitoides, los predadores son típicamente más grandes que sus presas y requieren más de una presa para completar el desarrollo. Por lo general son especies polífagas. La mayoría necesita completar su dieta con polen y néctar de las flores, principalmente para la reproducción. Los predadores más comunes entre los artrópodos son los insectos pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Díptera, Dermaptera, Thysanoptera, Hymenoptera así como ácaros y arañas de diversos grupos.

Como se mencionó anteriormente, estos benéficos pueden estar presentes naturalmente en el sistema regulando las poblaciones de fitófagos o bien pueden ser reproducidos masivamente e introducidos mediante liberaciones inundativas o inoculativas para que ejerzan su capacidad de control.

Producción de entomófagos

El control biológico aumentativo es una práctica rutinaria en varios cultivos de diversos países (China, Estados Unidos, México, diversos países europeos) especialmente en sistemas agrícolas intensivos. La puesta en práctica de este tipo de control biológico requiere la disponibilidad de los artrópodos benéficos a liberar, lo cual implica su cría masiva en insectarios o biofábricas (van Lenteren, 2003).

En general, la producción de parasitoides y predadores es una disciplina compleja. Si bien existen intentos por desarrollar dietas artificiales para insectos entomófagos (cría "in vitro"), los avances en esta materia son limitados (Riddick, 2009). Por el contrario, normalmente los predadores y parasitoides son criados "in vivo", lo que implica la producción de tres niveles: el insecto benéfico en sí mismo, el huésped y el sustrato alimenticio sobre el cual se mantiene ese huésped. Para llevar adelante una cría exitosa es necesario entonces tener un profundo conocimiento de la biología y las relaciones existentes entre estos tres niveles y de los factores que puedan afectarla (Singh, 1982). La cantidad de insectos que se pueda obtener en un insectario dependerá del grado al cual los insectos entomófagos, sus huéspedes y las plantas o dietas estén adaptados a las condiciones artificiales, y de las técnicas de producción. No todo enemigo natural es factible de ser criado masivamente.

La producción in vivo de entomófagos puede realizarse:

- sobre su huésped natural, el que a su vez se cría sobre su planta hospedera natural (ej. *Encarsia formosa* o *Eretmocerus mundus*, parasitoides de moscas blancas; *Phytoseiulus persimilis*, macrófago de arañas) o sobre dieta artificial (ej. *Diaschasmimorpha longicaudata*, parasitoide de moscas de la fruta; parasitoides himenópteros de polilla de la manzana *Cydia pomonella*).
- sobre un huésped artificial, es decir, un huésped que no es naturalmente atacado por el entomófago en el campo pero que es adecuado para su desarrollo en el insectario. En muchos casos se recurre a este procedimiento porque hace la producción menos costosa y de más fácil manipuleo (King y Morrison, 1984). Ejemplos de este tipo son la cría de *Trichogramma* spp., parasitoides de lepidópteros; *Orius insidiosus*, predador de trips; *Aphytis* spp., parasitoides de cochinillas; etc.

Los entomófagos criados masivamente deben cumplir con una serie de parámetros de calidad en el proceso productivo que certifiquen su calidad biológica. Estos requisitos son específicos para cada especie (van Lenteren *et al.*, 2003).

Desarrollo de prácticas de conservación de entomófagos

La conservación de los enemigos naturales, como estrategia de control biológico, consiste en proteger, favorecer el desarrollo y manipular a estos organismos en el agroecosistema.

Entre los componentes de la conservación como estrategia de control biológico podemos mencionar el manejo de agrotóxicos, el manejo de la diversidad de la flora y el manejo de reservorios de enemigos naturales. Todos ellos, al favorecer la biodiversidad en el sistema reducen la ocurrencia de las plagas y promueven el desarrollo de los enemigos naturales (Vázquez Moreno *et al.*, 2008). En particular nos detendremos en el manejo de reservorios de enemigos naturales ya que involucra el manejo y, en algunos casos, la producción de organismos benéficos, práctica factible de ser llevada a cabo por el mismo productor (Vázquez Moreno *et al.*, 2008; Riquelme, 2011). Estos reservorios pueden consistir en:

- plantas insectarios o plantas reservorios: se trata de aquellas plantas que, presentes naturalmente o cultivadas "ex profeso", hospedan poblaciones de uno o varios entomófagos y que a su vez no son hospederas de fitófagos o patógenos que afecten al cultivo principal (ej. *Calendula officinalis*, *Sorghum vulgare*, *Coriandrum sativum*, etc.). Los enemigos naturales pueden presentarse espontáneamente o bien ser artificialmente inoculados por el agricultor.
- traslado de partes de plantas con colonias de parasitoides: consiste en el traslado de partes de plantas con insectos plaga con síntomas de parasitismo. Estos fragmentos pueden ser ubicados directamente en el campo en lugares adecuados o ser acondicionados en frascos o cajas de emergencia de los adultos parasitoides para luego ser liberados en cultivos con necesidad de control o en plantas reservorios.
- crías rústicas: es la multiplicación bajo condiciones de campo de entomófagos que habitan en el mismo establecimiento productivo para inocularlos en sitios donde no están presentes. La cría se lleva a cabo en "insectarios" que pueden variar en sus dimensiones desde jaulas, pasando por áreas aisladas con malla fina hasta instalaciones rústicas con jaulas de cría en su interior. En ellos se colocan plantas con el fitófago y se inoculan poblaciones del entomófago a criar. Esta

metodología se ha practicado para la cría de coccinélidos, predadores generalistas que atacan fitófagos de plantas cultivadas (Milán et. al, 2006).

Buenas prácticas en el uso de entomófagos

Al realizar el manejo de los artrópodos benéficos, ya sea adquiridos comercialmente o producidos de manera rústica, es importante que el productor conozca una serie de requisitos para lograr su mejor desempeño y establecimiento en el campo (Abreu Ávila et al., 2011). Entre ellos pueden mencionarse:

- Evitar el efecto de plaguicidas u otras sustancias tóxicas.
- Favorecer un microclima favorable (temperaturas, radiaciones solares, vientos, etc.) que contribuyan a su actividad.
- Realizar un manejo agronómico que no afecte a estos artrópodos benéficos y que favorezca su desarrollo y establecimiento.
- Conocer los parámetros de calidad de los entomófagos que se adquieren para su liberación.
- Conocer los requisitos técnicos para las liberaciones de los entomófagos (dosis, frecuencia, puntos de liberación, etc.).
- Conocer sobre qué fase y estadio de la plaga actúa el entomófago empleado.

Bibliografía

- ABREU AVILA, R., MILÁN VARGAS, O. Y N. CUETO ZALDÍVAR. 2011. Entomófagos: características generales. Producción y utilización en Cuba. Disponible en: <http://www.actaf.co.cu>. Consultado el: 27/06/13.
- HUFFAKER, C. B., SIMMONS, F. J. & J. E. LAING. 1976. The theoretical and empirical basis of biological control. Cap. 3. En Theory and practice of biological control. Huffaker, C. B. & P. S. Messenger, eds. Academic Press, New York, San Francisco, London. 788 pp.
- KING, E.G. y R.K. MORRISON. 1984. Some systems for production of eight entomophagous arthropods. En: Advances and challenges in insect rearing. King, E.G. y N.C. Leppla Eds. USDA, Agriculture Research Service, Southern Region, New Orleans, Louisiana. Pp. 206-222.
- MILÁN VARGAS, O., CUETO ZALDÍVAR, N., LARRINAGA LEWIS, J., MATIENZO BRITO, Y., MASSÓ VILLALÓN, E., HECHAVARRÍA, E. D., RAMOS TORRES, T., PINEDA DUVERGEL, M., GRANDA SÁNCHEZ, R., PEÑAS RODRÍGUEZ, M., DÍAZ DEL PINO, J., ESSON CAMPBELL, I., CORONA SANTOS, T., GÓMEZ BRITO, E., RODRÍGUEZ RAMÍREZ, L.A., Y J.L. DE ARMAS GARCÍA. 2007. Reproducción rústica de los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) para su utilización contra fitófagos en agro ecosistemas sostenibles. Boletín Fitosanitario. 12 (2).
- SINGH, P. 1982. The rearing of beneficial insects. New Zealand Entomologist 7(3): 304-310.
- Smith, H. S. 1919. On some phases of insect control by the biological method. J. Econ. Entom. 12: 288-292.
- STEHR, F. W. 1975. Parasitoids and predators in pest management. Cap. 5. En Introduction to insect pest management. Metcalf, R. L. & W. H. Luckmann, eds. John Wiley & Sons, Inc. New York, London, Sydney, Toronto. 587 pp.
- VAN DRIESCHE, R. G. M., HODDLE, M.S. Y T.D. CENTER. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. USDA, US Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team. 751p.
- Riquelme, A. 2011. Manejo ecológico de plagas de la huerta. Pro Huerta Materiales de capacitación. Cartilla N°10. INTA, SAGPyA. 93 p.
- VÁZQUEZ, L.L., MATIENZO, Y., VEITÍA, M. Y J. ALONSO. 2008. Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. CIDISAV, La Habana, Cuba. 198p.
- VAN LENTEREN, J.C. 2003. Commercial availability of biological control agents. En: Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. Ed. J.C. van Lenteren. CABI Publishing, CAB International, Oxon, UK. Pp. 167-180.
- VAN LENTEREN, J.C., HALE, A., KLAPWIJK, J.N., VAN SCHELT, J. Y S. STEINBERG. 2003. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. En: Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. Ed. J.C. van Lenteren. CABI Publishing, CAB International, Oxon, UK. Pp. 265-304.

Manejo integrado de plagas en la provincia de Corrientes

Sara Cáceres. INTA Bella Vista.

Introducción

Los cultivos de tomate y pimiento bajo cubierta ocupan un lugar importante en la economía de Corrientes. Para asegurar la rentabilidad se requiere un buen manejo de plagas y enfermedades durante todo el ciclo. Desde hace un tiempo se trata de reemplazar el manejo clásico basado en pulverizaciones continuas de productos de amplio espectro por un manejo más racional con control biológico e insecticidas de menor efecto sobre insectos benéficos.

Manejo tradicional de las plagas de pimiento

En el manejo tradicional el uso de agroquímicos es la única herramienta confiable. Se caracteriza por aplicaciones sistemáticas ante la presencia mínima de las plagas temibles. Los productores informados o con asesoría privada conocen los productos específicos modernos pero los utilizan con el mismo criterio. En otro extremo, los productores pequeños trabajan con 1-2 insecticidas de bajo precio y muy tóxicos.

Manejo integrado de plagas de pimiento

En Corrientes el pimiento se produce en invernaderos plásticos y las plagas más importantes que requieren control químico son: el trips californiano de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) y la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius), insectos transmisores de tospovirus y geminivirus respectivamente.

Dificultad para controlar *Bemisia tabaci*

Aunque INTA Bella Vista difunde el monitoreo y el uso alternado de productos específicos, siempre ha predominado la utilización sistemática de insecticidas de amplio espectro. La aparición de mosca blanca *B. tabaci* biotipo B (2001) a niveles altísimos y su baja respuesta a productos químicos de amplio espectro y/o específicos puso en evidencia la necesidad de otro tipo de manejo. Se admitió la posibilidad del cambio por el aumento de la plaga a niveles cada vez más altos a pesar de las aplicaciones de insecticidas. Los venenos no controlaron la mosca blanca por: 1-su gran capacidad reproductiva y 2- la eliminación sistemática de los enemigos naturales que comenzaron a elegir este insecto como huésped o presa. Los productos químicos no cumplieron el objetivo de control, ni permitieron la sobrevivencia de predadores y parasitoides de mosca blanca provocando la resurgencia de la plaga a niveles más altos después de cada aplicación.

Estudio de los enemigos naturales de *B. tabaci*

Los enemigos naturales espontáneos determinados fueron predadores comunes coccinélidos *Eriopes connexa* (Germar), *Olla v-nigrum* (Mulsant), crisópidos *Ceraeochrysa tucumana* (Navás), *Ceraeochrysa cubana* (Hagen), *Ceraeochrysa paraguaia* (Navás) y *Chrysoperla externa* (Hagen), sírfidos *Allograpta exótica* y otros específicos no observados antes como el coccinélido *Delphastus argentinus* Nunenmacher. Se determinaron los parasitoides: *Encarsia tabacivora* Viggiani; *Eretmocerus mundus* Mercet y *Encarsia nigricephala* Dozier. También se colectó el entomopatógeno *Paelomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith. Entre ellos se destacó el parasitoide *E. mundus* por su abundancia y eficiencia, evaluado en IILB (IMYZA, INTA Castelar) donde se analizaron atributos biológicos y el efecto de productos fitosanitarios sobre el mismo.

Oportunidad para el cambio en el manejo de plagas

En 2007, se inició una experiencia de manejo de plagas en pimiento con liberaciones de organismos benéficos en colaboración con Brometan SRL (en contacto con IILB, IMYZA, Castelar y la EEA INTA San Pedro). La experiencia comenzó en Bella Vista en 2800 m². Se realizaron liberaciones de *Orius insidiosus* (Say) para el control de trips y de *Neoseiulus californicus* (McGregor) para el control de arañuelas. La presencia de *E. mundus*, el parasitoides de *B. tabaci* fue siempre alta. Se continuó en 2008 en Mburucuyá en una superficie de 21168 m². A partir de 2009 se comenzó a trabajar con grupos de productores (11) en 9,8 ha (Bella Vista, Lavalle y Mburucuyá) y se dictaron cursos intensivos de monitoreo. En 2010 la superficie pasó a 13,2 ha (14 productores) y se formalizó la relación INTA-Brometan SRL por un Convenio de Vinculación Tecnológica CVT (gestión: A. Polack, coordinador del proyecto nacional Manejo de Plagas y Hortalizas en Sistemas Protegidos) por el cual INTA participa en 1-Seguimiento y evaluación de experiencias de control biológico 2-Evaluación de enemigos naturales nativos y naturalizados promisorios 3-Evaluación de plaguicidas biológicos y/o compatibles 4-Integración de una red de seguimiento y evaluación de experiencias; promoción del control biológico y tecnologías MIP en el país.

En 2011 el Ministerio de la Producción Trabajo y Turismo de Corrientes acompañó a los productores en el MIP pimiento con aportes no reintegrables para cubrir un porcentaje del gasto efectuado, lo que determinó el aumento del área MIP a 49 has. El aporte continuó y la superficie aumentó durante 2012 (85 has) y 2013 (96,75 has). Las 96,75 has están distribuidas en: 23 lotes de 0,3 a 6 has que suman 43 has en Bella Vista; 17 lotes de 0,5 a 10 has que suman 38,5 has en Lavalle; 3 lotes de 0,5 a 5 has que suman 7 has en Corrientes; un lote de 4 has en Mburucuyá y uno de 4,6 has en Mercedes.

El manejo integrado de plagas del pimiento se basa en: a) Liberación de enemigos naturales como *Orius insidiosus* (chinche benéfica presente en Argentina) que controla trips de las flores *F. occidentalis* b) Conservación e incremento de enemigos naturales: *E. mundus* (se incrementa con la disminución de residuos y regula mosca blanca) y otros benéficos generalistas: vaquitas, crisópidos y parasitoides varios c) Plantas banco para el incremento rápido del parasitoides *Aphidius colemani* en plantas de avena (sobre un áfido que no se alimenta de pimiento) para control de pulgones del pimiento d) Protocolo de productos compatibles que no interfieren con los enemigos naturales.

Un fitoseido que regula mosca blanca, trips y ácaros, *Amblyseius swirskii*, muy utilizado en Europa, fue encontrado en el país (Toledo, 2010; Cédola y Polack, 2011; Carrizo et al., 2012) y se evalúa la posibilidad de gestionar su introducción.

Principales problemas del MIP: nuevas plagas y falta de productos para el control

1- Plagas no comunes ante la ausencia de residuos en el cultivo.

Se requieren soluciones biológicas o químicas que no afecten el MIP. Las plagas que aparecieron y cuyo manejo se ha solucionado parcial o totalmente fueron:

Orugas del fruto, *Spodoptera* spp.: incidía en la producción al aumentar en el porcentaje de frutos descartados (2009-2010); se determinaron *S. cosmiodes* y *S. frugiperda*; mejoró la detección, se usan mallas para impedir el ingreso y se efectúan controles con *Bacillus thuringiensis*, tebufenocid y flubendiamid.

Pulgones, *Myzus persicae* (Sulz.) y *A. gossipii*: se trabaja con IMYZA para estudiar los parasitoides relacionados con cada especie de áfido a través del año y mejorar el control. Chinche, *Edessa mediatibunda* (Fabr.): ingresa al final y al inicio de la campaña; se utilizan mallas para evitar el ingreso al invernadero y se determinaron dos parasitoides de huevos *Trissolcus bassalis* (Wollaston) y *Telenomus mormideae* (Costa Lima) (Det. E. Saini). Pinchaflores: un cecidómido plaga en el NOA apareció en 2012 y 2013 causando daño en botones florales en abril, mayo y junio; la especie determinada es *Asphondylia websteri* Felt; se estudian los parasitoides y se evalúan productos compatibles con el manejo MIP.

Polilla del pimiento: se observó (2012) en Mburucuyá y Santa Lucía dañando botones florales y frutos pequeños; la especie se determinó como *Symmetrischema borsaniella* (Köhler) (Lepidoptera: Gelechiidae), conocida en Mendoza, San Juan y Catamarca y observada en Bella Vista en 1997-1998 (det. Silvio Lanati); se eliminaron órganos afectados y se utilizaron productos compatibles con el manejo; en 2013 apareció a niveles menores.

Mosca de los frutos, *Ceratitis capitata*: afectó frutos en septiembre-octubre 2012 en Corrientes y Bella Vista, se realizaron aplicaciones de cebo spinosad (Flipper 0,024%), se utilizaron trampas Cera Trap y se eliminaron frutos afectados.

2- Ausencia de productos para estas plagas.

Ante las situaciones descritas en el punto anterior, se buscan antecedentes sobre el control y muchas veces los productos sugeridos no son conocidos o no están disponibles. Un inconveniente de este tipo puede afectar seriamente el MIP en pimiento.

Factores que pueden contribuir a resolver los problemas del MIP

Se requiere:

- a- un sistema de rápido registro de productos compatibles basado en antecedentes en otros países.
- b- la producción de todos los insectos y ácaros benéficos en Argentina sería ideal.
- c-c- políticas más flexibles para la introducción de los agentes de control biológico.

Principales ventajas del MIP

Disminución de aplicaciones. Con este sistema de producción se consiguió disminuir el número de aplicaciones para moscas blancas; generalmente no se realiza ninguna para esta plaga. Las pulverizaciones continuas fueron reemplazadas por monitoreos y aplicaciones focalizadas. Se logró una mejor organización del trabajo. Cada productor que determina realizar MIP en un sector de su explotación (por costo de los insectos benéficos) luego transfiere lo aprendido al resto del cultivo.

Aumento de la diversidad. Así como la ausencia de residuos tóxicos atrae a algunas plagas, la diversidad de organismos benéficos aumenta. Las principales especies de insectos y ácaros benéficos determinados fueron: 1- *Delphastus argentinus* Nunenmacher coccinélido de moscas blancas; det. Natalia J. Vandenberg. 2- *Scymnus (Pullus) rubicundus* Erichson, coccinélido predador de *Aphis gossypii* Glov.; det. Mercedes Dode. 3- Ácaros predadores de la familia Phytoseiidae: *Euseius concordis* (Chant), *Typhlodromalus peregrinus* (Muma), *Athiasia* sp. próxima a *arenicolus* (Muma) y *Proprioseiopsis ovatus* (Garman) con predominancia del primero; det. Gregory Evans (Estados Unidos). 4- Mosca tigre o cazadora *Coenosia attenuata* que actúa sobre moscas blancas adultas; det. Silvio Nihei (Brasil). 5-Crisópidos *Ceraeochrysa tucumana* (Navás), *Ceraeochrysa cubana* (Hagen), *Ceraeochrysa paraguaia* (Navás) y *Chrysoperla externa* (Hagen), det. Enrique González Olazo y Federico Heredia. 6- Parasitoides de huevos de chinche *Edessa mediatubunda*: *Trissolcus bassalis* y *Telenomus mormideae* (Hymenoptera: Scelionidae); det. E. Saini. – Entomopatógeno *Paelomyces fumosoroseus* = *Isaria fumosorosea*; det. Ana Clara Scorsetti.

Conclusiones

El seguimiento de la EEA INTA Bella Vista consiste en la recepción muestras, control del material liberado, visita a los lotes etc. Ante la aparición de plagas poco conocidas como pinchaflor o polilla del pimiento se busca información y se evalúan rápidamente las posibles soluciones con la condición de no afectar todo el sistema en marcha. Los productores poco tolerantes a las dificultades van cambiando lentamente al avanzar en la experiencia; los dos primeros productores van por el séptimo y sexto año MIP; 11 por el sexto año y 14 por el quinto año. Resolver problemas que se renuevan año a año es una característica propia de este manejo, según técnicos de países que vienen trabajando en el tema como España. Nuestra situación no es comparable al no contar con los mismos recursos (humanos y económicos); a pesar de ello se busca mantener el crecimiento sostenido de este sistema; se generó una red informal de consultas y acciones entre los involucrados para seguir avanzando. Se considera que será difícil que los productores de pimiento MIP vuelvan al manejo tradicional clásico descrito.

Manejo integrado de plagas de tomate

Está en desarrollo y se basa en el uso de productos de baja toxicidad para polilla que pueden tener menor efecto sobre el parasitoide de *Bemisia tabaci*: *Eretmocerus mundus* combinados con el uso de trampas de feromona para polilla a alta densidad (trameo masivo) para disminuir el número de aplicaciones necesarias. Entre los productos se destacaron azadiractina, algunos *Bacillus thuringiensis* como Dipel L Plus, rynaxipir (Coragen), cyazypyr (Benevia), y flubendiamide (Belt). El problema a resolver es el costo elevado de los productos específicos y la feromona que contrasta con la falta de diferenciación de un tomate con menos residuos.

Equipo de Trabajo: Aguirre A., Miño V., Almirón L. Almonacid R., Aranda F., Meza R., Cardozo R. y S. Cáceres

Referencias bibliográficas

- AGUIRRE A., MIÑO V. Y CÁCERES, S. 2010. Control de ácaro blanco del pimiento *Polyphagotarsonemus latus* en Corrientes. Reunión de Comunicaciones Científicas Técnicas y de Extensión, FCA, UNNE. Disponible en: <http://agr.unne.edu.ar/Extension/Res2010/SanVegetal/SanVeg-17.pdf>. Consultado el 13/07/13.
- AGUIRRE M.R. A., ALMIRÓN L., CÁCERES S. 2011. Especies de *Spodoptera* en pimiento de Corrientes. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Libro de resúmenes: HSV39. p. 377.
- ALMIRÓN L., AGUIRRE A., ALMONACID R. Y CÁCERES S. 2012. La polilla del pimiento *Symmetrischema borsaniella* (Lepidoptera: Gelechiidae) en invernaderos de Corrientes. Libro de resúmenes XXXV Congreso Argentino de Horticultura. HSV39 p. 467.
- ALMIRÓN L., AGUIRRE A., CÁCERES S. 2012. Un cecidómido daña botones florales de pimiento de invernadero con manejo integrado de plagas. Libro resúmenes XXXV Congreso Argentino de Horticultura. HSV38. p. 466.
- ALMONACID R., AGUIRRE M. R. A. Y CÁCERES S. 2012. Importancia de *Edessa meditabunda* en pimiento de invernadero de Corrientes. Libro de resúmenes XXXV Congreso Argentino de Horticultura. HSV37. p. 465.
- CÁCERES S. M. R. A. AGUIRRE, V. S. MIÑO Y C. SILVESTRE. 2008. Monitoreo del trips *Frankliniella occidentalis* en pimiento de invernadero de Corrientes. XXXI Congreso ASAHO. Libro de Resúmenes. CP. S 12. p. 83.
- CÁCERES S. 2010. "Resúmenes de Conferencistas y Estrategias para la prevención de virosis en invernaderos hortícolas". Conferencia de cierre (comentarista). Mesa: Control de plagas y enfermedades en invernaderos XXXIII Congreso Argentino de Horticultura.
- CÁCERES S. 2011. Manejo integrado de plagas en cultivos protegidos de Corrientes. Conferencia. III Jornadas de Enfermedades y Plagas en Cultivos Bajo Cubierta. La Plata; 29, 30 de junio y 1 de julio 2011. p. 57- 61.
- CÁCERES S. AGUIRRE M. R. A. Y MIÑO V. 2008. Monitoreo de *Bemisia tabaci* en pimiento. XIX° Reunión de Comunicaciones Científicas, Técnicas y de Extensión. FCA-UNNE. CD. http://agr.unne.edu.ar/Extension/Res2008/SanVegetal/SanVegetal_19.pdf
- CÁCERES S. Y M. R. A. AGUIRRE Y MIÑO, V. 2009. *Frankliniella schultzei* (Trybom), especie de trips en flores de pimiento de Corrientes. XVIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Libro de Resúmenes Z10.
- CÁCERES S. Y M. R. A. AGUIRRE. 2009. Orugas del género *Spodoptera* dañan frutos de pimiento en Corrientes. XXII Congreso de Horticultura. Libro de resúmenes. H. S39. p. 371.
- CÁCERES S., M. R. A. AGUIRRE. V. MIÑO, L. ALMIRÓN Y R. ALMONACID. 2009. MIP Pimiento y Tomate en Corrientes: evaluación de productos compatibles con control biológico (día de campo 2009). CD: Documentos día de campo hortícola 2009. 10 p. Serie Técnica 32. ISSN-1515-9299.
- CÁCERES S., AGUIRRE A. Y MIÑO V. 2012. Ácaros de la familia Phytoseiidae en pimiento de Corrientes con manejo integrado de plagas. VIII Congreso Argentino de Entomología, 17 al 20 de Abril 2012, Bariloche – Argentina. Libro de Resúmenes.
- CÁCERES S., AGUIRRE A., MIÑO V. Y ALMONACID R. 2012. Manejo integrado de plagas en tomate. Posibilidades de implementación en Corrientes. I Jornadas nacionales de tomate fresco. Estación Experimental Gorina, La Plata. 15-17 mayo 2012. p. 34.
- CÁCERES S., A. AGUIRRE., V. MIÑO, R. ALMONACID Y L. ALMIRÓN. 2011. Manejo integrado de plagas en pimiento correntino. *Amanecer Rural* 1 (1): 27-29.
- CÁCERES S., AGUIRRE A., MIÑO V. Y ALMONACID R. 2011. Líneas de trabajo para el manejo integrado de la polilla del tomate en Corrientes. Taller: la polilla del tomate en la Argentina. La Plata. 7- 8 Nov. 2011. Libro de Resúmenes p. 7.
- CÁCERES S., AGUIRRE M. R. A., MIÑO V., ALMONACID R. Y SILVESTRE C. 2008. MIP pimiento y Tomate en Corrientes: evaluación de productos compatibles con control biológico. Día de campo hortícola 2008. Publicación de la EEA Bella Vista. Serie Técnica N° 27, p. 21-24.
- CÁCERES S., GONZÁLEZ OLAZO E., HEREDIA, F., ALMIRÓN L. Y AGUIRRE A. 2009. Especies de crisópodos relacionadas con plagas de pimiento en invernadero de Corrientes. II Jornadas de enfermedades y plagas bajo cubierta. Fac. CA La Plata. 3,4 y 5 de junio 2009. Libro de Resúmenes. P11, p. 71.
- CÁCERES S., V. S. MIÑO Y M. R. ALCIDES AGUIRRE. 2009. Guía Práctica para la Identificación y el Manejo de las Plagas del Pimiento. Edic. INTA. Publicaciones Regionales. 76 p. ISBN: 978-987-521-352-4.

- CÁCERES S., V. S. MIÑO Y M. R. ALCIDES AGUIRRE. 2009. Guía Práctica para la Identificación y el Manejo de las Plagas del Pimiento. Edic. INTA. Publicaciones Regionales. PDF. CD ISBN: 978-987-1623-03-7.
- CÁCERES S., V. S. MIÑO Y M. R. ALCIDES AGUIRRE. 2011. Guía Práctica para la Identificación y el Manejo de las Plagas del Pimiento. Edic. INTA. Publicaciones Regionales. 2da ed. 79 p. ISBN: 978-987-679-091-8.
- CARRIZO, B.; JAIME, A. P.; ESCUDERO COLOMAR, L. A. 2012. Primera cita de *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) en cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) en la provincia de Corrientes. Jornada Fitosanitaria San Luis 2012. Libro de Resúmenes Zoología Agrícola p. 43.
- CÉDOLA, C. Y A. POLACK. 2011. Primer registro de *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) en Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. versión ISSN 0373-5680. vol.70 no.3-4. Mendoza jul./dic. 2011.
- LÓPEZ, S. N. RIQUELME M. B. Y A. V. ANDORNO. 2008. Compatibilidad de insecticidas y enemigos naturales en cultivos hortícolas. En: Polack, ed. Jornada de manejo integrado de plagas y enfermedades de cultivos hortícolas bajo invernadero. p. 30-33.
- LÓPEZ, S. N. Y G. A. EVANS. 2008. Nuevos registros de especies del género *Eretmocerus* (Hymenoptera: Aphelinidae), parasitoides de *Trialeurodes vaporariorum* y el complejo *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. 67 (1-2): 185-187.
- Magnococcus cestri* en Pimiento de Corrientes. VIII Congreso Argentino de Entomología, 17 al 20 de Abril 2012, Bariloche – Argentina. Libro de Resúmenes.
- NAVARRO, F.R.; SAINI, E.D.; LEIVA, P.D. 2009. Clave pictórica de polillas de interés agrícola, agrupadas por relación de semejanza. Primera Edición. Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria, INTA- Estación Experimental Agropecuaria Pergamino e IMyZA- CNIA Castelar/ Facultad de Ciencias Naturales e Intituto "Miguel Lillo", Universidad Nacional de Tucumán. Buenos Aires, Argentina. 100p.l
- POLACK, L. A.; DEL PINO, M. SILVESTRE C. Y OLARIAGA I. 2008. Control biológico de plagas en pimiento bajo invernáculo. Realidad o fantasía? En: Polack, ed. Jornada de manejo integrado de plagas y enfermedades de cultivos hortícolas bajo invernadero. p. 35-43.
- POLACK, A. Y MITIDIERI, M. S. 2005. Producción de pimiento diferenciado. Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivo de pimiento bajo cubierta. En línea: http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/pdf/protocolo_manejo_de_plagas_pimiento_2005.pdf
- SAINI, E.D. Y GRECO, C., 1992. Identificación práctica de los insectos entomófagos relacionados con los pulgones. II. Predadores 2. Sífidos. Departamento Difusión INTA.
- SCORSETTI, A.C., C. DE GREGORIO, C. CEDOLA, S. CÁCERES, C.C. LÓPEZ LASTRA. 2006. Nuevos registros de hongos entomopatógenos (Ascomycota: Hypocreales) presentes en *Bemisia tabaci* (Gennadius) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), plagas de cultivos hortícolas de Argentina. *Horticultura Argentina* Vol 25 (59): 50 (105). ISSN 0327-3431.
- TOLEDO, S. N. 2010. Nueva cita para Argentina de *Amblyseius swirskii* (ACARI: PHYTOSEIDAE). Resúmenes XXVII JORNADAS CIENTÍFICAS 13, 14 y 15 de Octubre de 2010. Tafí del Valle, Tucumán.
- TRUMPER E. V.; CÁCERES, S.; AGUIRRE, A.; MIÑO V. 2012. Distribución muestral de ninfas IV de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en pimiento. Hacia el desarrollo de un protocolo de muestreo secuencial. Libro de resúmenes XXXV Congreso Argentino de Horticultura. Corrientes. HSV36. p. 464.
- VAGHI MEDINA, C. G.; CÁCERES S.; LÓPEZ LAMBERTINI, P. M. 2012. Relaciones filogenéticas de una nueva especie propuesta de begomovirus que infecta tomate en Corrientes. Libro de resúmenes XXXV Congreso Argentino de Horticultura. HSV40 p. 468.

Manejo de cancro bacteriano

Ana María Romero. UBA.

El cancro bacteriano, causado por la bacteria Gram positiva *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, es una de las enfermedades más importante del tomate a nivel mundial. Fue detectado por primera vez en 1910, en Michigan, Estados Unidos. En la Argentina fue determinada en 1957 por Dosio (Fernández Valiela, 1975). Posteriormente fue mencionada en las provincias de Buenos Aires, Corrientes, Chaco, Formosa, Jujuy, Mendoza, Misiones, Río Negro, Salta, Santa Fe y San Juan (Dal Bó et al., 2012).

Las fuentes de inóculo primario más importantes son las semillas -infectadas internamente o infestadas superficialmente- y los rastrojos de plantas enfermas (Chang et al., 1992b). El patógeno también puede sobrevivir como epífita en algunas malezas, bandejas de siembra, herramientas y tutores de madera contaminados (Chang et al., 1991; 1992b; Gleason et al., 1993). El tiempo de supervivencia en restos culturales oscila entre los dos meses y más de dos años, siendo más cortos cuanto más favorables sean las condiciones ambientales para la descomposición del rastrojo (Chang et al., 1992b; Gleason et al., 1991; Fatmi y Schaad, 2002). La supervivencia en invernadero podría ser más corta que en el campo (Vega et al., 2010; 2011a). La bacteria no sobrevive libre en el suelo. Las semillas constituyen una importante vía de dispersión del patógeno a grandes distancias.

La dispersión secundaria se produce por el impacto de las gotas de agua de lluvia o riego, y las herramientas o manos de los operarios durante las labores de manejo del cultivo (transplante, desbrote, deshoje, etc; Carlton et al., 1994; Chang et al., 1991). En este último caso, las plantas enfermas aparecen con un patrón de distribución lineal en el cultivo (Kawaguchi et al., 2010). Las bacterias pueden ingresar en los tejidos a través de aberturas naturales, como estomas o hidatodos, o más comúnmente por las heridas, particularmente las causadas por las herramientas de corte. Dentro de las plantas, la bacteria ocupa los vasos del xilema, pudiendo llegar luego al floema, médula y corteza.

La enfermedad puede afectar a las plantas en cualquier momento del ciclo de cultivo, pero cuanto más temprano mayores serán los efectos negativos. El período de incubación puede ser de varias semanas (Chang et al., 1992a). En general, el primer síntoma que se observa es la flaccidez de los tejidos, frecuentemente de los folíolos de un solo lado de las hojas o las hojas de un lado de la planta. Luego las hojas mueren y se secan pero no se desprenden del tallo. Finalmente toda la planta muestra síntomas de marchites. En el tallo, se pueden observar líneas amarillentas que pueden abrirse formando canchales, sobre los cuales -si la humedad es elevada- es frecuente que se vean gotas viscosas de coloración amarillentas, formadas por miles de células bacterianas (zooglias), listas para ser dispersadas a nuevas plantas. En los frutos, los síntomas son más frecuentes en tomate de campo y aparecen como lesiones pequeñas marrones y rugosas rodeadas por un halo blanco, con el aspecto de un "ojo de pájaro". Los síntomas de marchitamiento se deben a la oclusión de los vasos xilemáticos por células bacterianas, sus polisacáridos extracelulares y la acción de enzimas pectinolíticas (Jahr et al., 1999). En cortes transversales, los haces vasculares se ven oscurecidos.

El manejo del cancro bacteriano es complejo. La fácil dispersión del patógeno durante las labores de cultivo determina que niveles de infección bajos en semilla puedan producir una epidemia. No existen híbridos o variedades con buena resistencia genética. Una vez que se produjo la infección, el período de incubación puede ser largo, por lo cual plantas que parecen sanas podrían estar afectadas, además, debido a la ubicación del patógeno en los tejidos, el tratamiento con un producto preventivo de contacto como es el cobre, no resulta efectivo.

Estrategias de control de la enfermedad

Las medidas de manejo del cancro bacteriano son todas preventivas. Primero se debe eliminar, o al menos reducir, el inóculo inicial. Para ello se debe asegurar la calidad fitosanitaria de la semilla o plantines que se empleen, de manera que el patógeno no ingrese al establecimiento. Una vez que el patógeno está presente, se debe lograr la desintegración de los rastrojos infestados, de manera de prevenir infecciones en los cultivos siguientes.

Durante el desarrollo del cultivo, con el fin de reducir la presencia y dispersión del inóculo secundario, se aconseja la destrucción de plantas enfermas y las plantas próximas a ellas, el riego por goteo o surcos y no por aspersión, y la desinfección de herramientas y manos durante las labores que impliquen el contacto con las plantas, como por ejemplo el desbrote.

Reducción del inóculo inicial

– Semillas/plantines libres del patógeno

En el caso de obtención de semillas en baja escala, como puede ser para investigación, mejoramiento o productores pequeños que obtengan su propia semilla, la fermentación de la pulpa durante la extracción de las semillas resulta muy efectiva para eliminar al patógeno (Dhanvantari, 1989). Lamentablemente, en la mayoría de los casos esa alternativa no es aplicable.

La presencia de *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* en las semillas puede determinarse mediante análisis de laboratorio. Existen varios protocolos que en general se basan en la extracción de la bacteria de la semilla, siembra de los extractos en medios selectivos e identificación de los aislamientos obtenidos por pruebas bioquímicas, serológicas y/o moleculares. Debido a que un nivel de infección muy bajo puede causar una epidemia, los análisis se realizan sobre muestras grandes, generalmente de 10.000 semillas (ISF, 2011; EPPO, 2013). Hay algunos protocolos que permiten un análisis no destructivo de las semillas, pero debido a la posibilidad de infecciones internas en la semilla y para aumentar la sensibilidad en la detección, la mayoría son destructivos.

En el caso que el análisis de semilla haya resultado positivo, o no se haya realizado un análisis pero existen dudas respecto a la sanidad de las mismas, existen métodos que permiten reducir el inóculo a niveles no detectables.

- Métodos físicos: Inmersión de las semillas en agua a 52 °C durante 20 min (Fatmi et al., 1991; Vega et al., 2011b).
- Métodos químicos: Tratamiento de las semillas con ácido clorhídrico 0,6 M durante 5 horas (Fatmi et al., 1991; Argerich et al., 2012) o acetato cúprico acidificado (0,25 o 0,50 % por 20 min) (Fatmi et al., 1991).

En ambos casos, aún cuando no se detecten semillas infectadas por análisis en laboratorio, al sembrar la semilla en el campo se puede obtener un bajo porcentaje de plantas enfermas (Dhanvantari, 1989). Esos resultados podrían estar relacionados con el umbral de detección alcanzado con los métodos utilizados en laboratorio.

– Eliminación de rastrojos

La supervivencia del patógeno en rastrojos está relacionada negativamente con su tasa de descomposición, la cual depende de las condiciones ambientales y de la exposición de los tejidos a los microorganismos descomponedores del suelo (Vega et al., 2011a). Así, la supervivencia es más prolongada en tejidos dejados sobre la superficie del suelo que enterrados y en invierno que en verano (Chang et al., 1992b; Gleason et al., 1991; Fatmi y Schaad, 2002). En experiencias realizadas en invernadero en la FAUBA el patógeno no se detectó después de 2,5 meses en rastrojos dejados en la superficie del suelo en verano, mientras que en invierno se lo detectó hasta pasados los siete meses (dos meses cuando se enterraron los rastrojos) (Vega et al., 2010; 2011a). Por este motivo, en invernaderos donde hubo cancro, no es conveniente hacer dos cultivos de tomate por año.

Reducción de las infecciones secundarias

– Saneamiento

Consiste en eliminar plantas enfermas y las vecinas (aún asintomáticas). Sacar también todas las raíces que sea posible, ya que el patógeno puede sobrevivir allí por meses.

– Desinfección de herramientas

Las herramientas de corte permiten el contacto de los jugos xilemáticos de plantas enfermas con el de las sanas, transmitiendo así al patógeno directamente a los tejidos vasculares. Por este motivo es muy importante la desinfección de los elementos de corte. Entre los desinfectantes evaluados que fueron efectivos están el alcohol al 70 %, el cloruro de benzalconio (un amonio cuaternario) al 1 %, el cloroxilenol (Espadol®) al 5 % y la lavandina al 2 % de cloro activo (1 parte en dos de agua) (Rolleri et al., 2012; Vega et al., 2009). El cloruro de benzalconio al 0,1 % no es efectivo. La lavandina más diluida (5 % de la solución comercial) fue evaluada en otros trabajos, pero con menor efectividad (Rista et al., 2005). El cloroxilenol y el cloruro de

benzalconio tienen la ventaja de que también pueden ser usados como antisépticos sobre las manos, pero son sensibles a la dureza del agua. Por otra parte, la actividad germicida de algunos amonios cuaternarios y del cloro se reduce con la materia orgánica. El cloro puede ser corrosivo para los metales, por ser sumamente alcalino, pudiendo reducir la vida útil de las cuchillas y tijeras de poda.

– Tratamientos de plantas

Se han evaluados distintos tratamientos con el fin de controlar al cancro bacteriano, desde bacterias promotoras del crecimiento como *Azospirillum* sp. (Romero et al., 2003), agentes de control biológico como *Bacillus subtilis* (Rolleri et al., 2009), inductores de resistencia (Romero et al., 2012; Soyly et al., 2003; Werner et al., 2002) y compuestos con actividad antimicrobiana (Hausbeck et al., 2000; Romero et al., 2011; Werner et al., 2002; De León et al., 2008). En general todos logran prolongar la supervivencia de las plantas y en algunos casos reducir las poblaciones del patógeno en los tejidos.

Bibliografía

- ARGERICH, C., FLORES, C. Y OBREGÓN V. G. 2012. Desinfección de semilla de tomate. Cancro Bacteriano. Ed INTA.
- CARLTON W. M. ; GLEASON, M. L. ; BRAUN E. J. 1994. Effects of pruning on tomato plants supporting epiphytic populations of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Plant Disease* 78: 742-745.
- CHANG, R. J., RIES, S. M., Y PATAKY, J. K. 1991. Dissemination of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* by practices used to produce tomato transplants. *Phytopathology* 81: 1276-1281.
- CHANG, R. J., RIES, S. M., Y PATAKY, J. K. 1992a. Effects of temperature, plant age, inoculum concentration, and cultivar the incubation period and severity of bacterial canker of tomato. *Plant Disease* 76:1150-1155.
- CHANG, R. J., RIES, S. M., Y PATAKY, J. K. 1992b. Local sources of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in the development of bacterial canker on tomatoes. *Phytopathology* 82: 553-560.
- DAL BÓ ET AL., 2012. Enfermedades de *Solanum lycopersicum* L. (tomate) EN: Nome Huespe, S.F.; Docampo, D.M. & Conci, L.R. (Eds.). Atlas Fitopatológico Argentino. Volumen 4, No. 4. ISSN 1851-8974 Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.fitopatoatlas.org.ar/>
- DE LEÓN, L., SIVERIO, F., LÓPEZ, M.M. AND RODRÍGUEZ, A. 2008. Comparative efficiency of chemical compounds for in vitro and in vivo activity against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, the causal agent of tomato bacterial canker. *Crop Protection* 27:1277– 1283.
- DHANVANTARI, B. N. 1989. Effect of seed extraction methods and seed treatments on control of tomato bacterial canker. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11: 400-408.
- EPPO. 2013. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. EPPO Bulletin, 43: 46–67.
- FATMI, M. Y SCHAAD N. W. 2002. Survival of *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis* in infected tomato items under natural field conditions in California, Ohio and Morocco. *Plant Pathology*. 51, 149-154.
- FATMI, M., SCHAAD, N. W., and BOLKAN, H. A. 1991. Seed treatments for eradicating *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* from naturally infected tomato seeds. *Plant Disease* 75: 383-385.
- FERNÁNDEZ VALIELA, M. V. 1975. Introducción a la fitopatología. 3ra ed. INTA. (Colección científica del INTA;7) Vol. 2. 293-303.
- GLEASON M. I., BRAUN F. J., CARLTON W. M. Y PETERSON R. H. 1991. Survival and Dissemination of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in Tomatoes. *Phytopathology*. 81:1519-1523.
- GLEASON M. I., GITAITIS D. R., RICKER M. D. 1993. Recent progress in understanding and controlling bacterial canker of tomato in Eastern North America. *Plant Disease* 77: 1069-1076.
- HAUSBECK, M. K., BELL, J., MEDINA-MORA, C., PODOLSKY, R., Y FULBRIGHT, D. W. 2000. Effect of bactericides on population sizes and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on tomatoes in the greenhouse and on disease development and crop yield in the field. *Phytopathology* 90:38-44.
- ISF. 2011. Methods for the detection of *Clavibacter michiganensis* ssp *michiganensis* on tomato seeds. Disponible en: http://www.worldseed.org/isf/ishi_vegetable.html. Consultado el 15/07/13.
- JAHR, H., BAHRO, R., BURGER A., AHLEMAYER J., Y EICHENLAUB R. 1999. Interactions between *Clavibacter michiganensis* and its host plants. *Environmental Microbiology*. 1: 113-118.
- KAWAGUCHI, A; TANINA, K; INOUE, K. 2010. Molecular typing and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in greenhouses in Japan. *Plant Pathology*. 59,79-83.

RISTA, L.; SILLÓN, M.; FAVARO, J.C.; BUYATTI. 2005. Influencia de la Poda en la Incidencia del Cancro Bacteriano en Tomate. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Resúmenes 217.

ROLLERI, J., MÓNACO, C., KRIPPELZ, N. Y SILVESTRE C. 2009. *Bacillus subtilis* Potencial agente de biocontrol de la cancrisis bacteriana del tomate. XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Río Hondo, 30 de septiembre al 2 de octubre 2009. Resúmenes

ROLLERI, J.; GAMBOA, S; ALTAMIRANO R.; ROMERO, A.M. 2012. Cancro Bacteriano del Tomate. Alternativas en la desinfección de las herramientas de poda para el manejo del cultivo. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Potrero de los Funes, San Luis. Argentina. 3 – 5 octubre 2012. Resúmenes: 128.

ROMERO A. M., CORREA O. S., MOCCIA S., RIVAS J. G. 2003. Effect of Azospirillum-mediated plant growth promotion on the development of bacterial diseases on fresh-market and cherry tomato. *Journal of applied Microbiology* 95, 832-838.

ROMERO, A. M., ZAPATA, R. Y OLLUA, F. 2011. Nisina: una bacteriocina para el manejo del cancro bacteriano del tomate. II Congreso Argentino de Fitopatología. Mar del Plata 1 al 3 junio 2011. Resúmenes: 267.

ROMERO, A. M.; ZAPATA, R. L., Y CANTEROS, C. 2012. Efectividad de un inductor de resistencia para el control del cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) en tomate. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Potrero de los Funes, San Luis, Argentina. 3 – 5 octubre 2012. Resúmenes: 53.

SOYLU, S., BAYSAL, O., AND SOYLU. E. M. 2003. Induction of disease resistance by the plant activator, acibenzolar-S-methyl (ASM), against bacterial canker (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) in tomato seedlings. *Plant Science* 1069-1075.

VEGA, D., ROMERO, A. M., ZAPATA, R. L. Y ARIENZA, P. 2009. Desinfección de herramientas de poda para el manejo del cancro bacteriano del tomate. XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Río Hondo, 30 de septiembre al 2 de octubre 2009. Resúmenes: PV93.

VEGA, D.; ROMERO, A.M.; ZAPATA, R.; MORALES, F. 2010. Supervivencia de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* en rastrojos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario, 28 septiembre al 1 octubre 2010. Resúmenes: 397.

VEGA, D., ROMERO, A. M., ZAPATA, R. Y SEOANE, M. B. 2011a. Relación entre la supervivencia de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* en rastrojos de tomate y su tasa de descomposición. II Congreso Argentino de Fitopatología. Mar del Plata 1 al 3 junio 2011. Resúmenes: 190.

VEGA, D.; MORRIS, M.; DEL FUEYO, P., ZAPATA, R. L. Y ROMERO, A. M. 2011b. Tratamiento térmico de semillas de tomate. Método de desinfección efectivo para el control de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Buenos Aires 27 al 30 de septiembre 2011. Resúmenes: 363.

WERNER, N. AN. FULBRIGHT, D. W., PODOLSKY, R., BELL, J. Y HAUSBECK, M.K. 2002. Limiting populations and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on seedling tomatoes in the greenhouse. *Plant Disease* 86: 535-542.

Principales enfermedades de origen viral que afectan al cultivo de tomate y pimiento en la pampa húmeda

Elena dal Bó. UNLP.

Si bien estas especies son afectadas en el mundo por varias decenas de virus, en Argentina, son menos de 20 las enfermedades causadas por virus, y hoy, en el campo o en los invernáculos de la región pampeana, encontramos menos de 10. Sin embargo algunas de éstas causan severos daños en los cultivos y son de difícil manejo

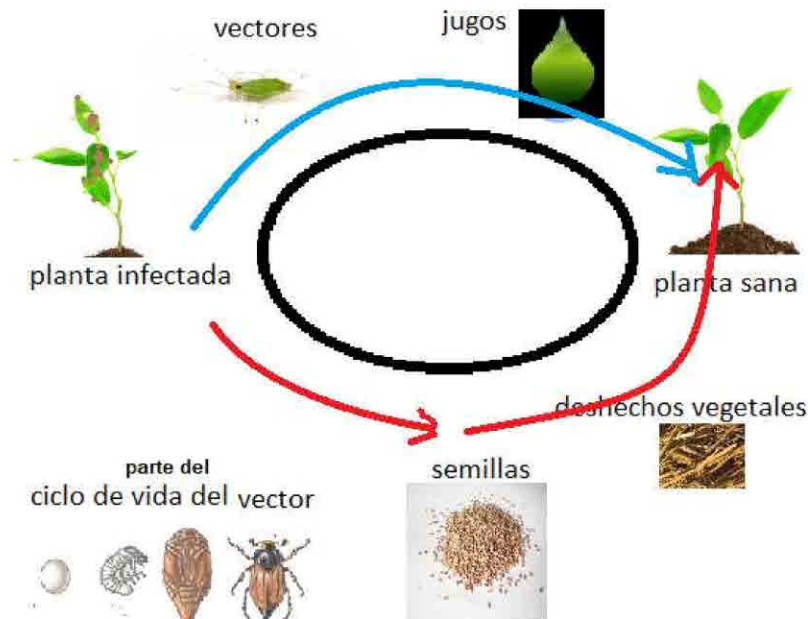
Los **síntomas** que permiten sospechar la presencia de un virus en estos casos son:

- Mosaicos de todo tipo en hojas, tallos y frutos.
- Manchas cloróticas, a veces necróticas que forman anillos en hojas y frutos.
- Disminución del tamaño de las plantas con alguna alteración en las proporciones de sus partes.
- Clorosis de las partes jóvenes de las plantas o generalizadas.
- Deformación de hojas, ampollado y reducción de tamaño en general, con alteración de color verde normal.
- Aparición de color violáceo en el envés, a veces en el haz de las hojas.
- Excepto en el caso de un grupo de virus transmitidos por moscas blancas, todos estos síntomas son más evidentes en los brotes y hojas más jóvenes.
- La impronta de las plantas afectadas es al azar. Si es en líneas, o incluso en un área del lote o invernáculo por donde entran los vientos preponderantes, mantiene una cierta irregularidad en el tamaño, intensidad de los síntomas, etc., entre planta y planta. Si la impronta es de todas las plantas agrupadas en una zona del cultivo, con síntomas bien semejantes y de severidad pareja, es más probable que se deba a una etiología no parasitaria.

Una vez instalada la sospecha de que en un cultivo hay plantas afectadas por un virus, la pregunta que surge es qué conducta seguir para minimizar los daños producidos por éste en el rendimiento, en la campaña presente y en el futuro. Justamente porque varios de estos virus tienen síntomas parecidos, generalmente es necesario realizar un análisis de laboratorio para conocer el agente causal, y así poder diseñar las estrategias de manejo de acuerdo a las características del agente y a su epidemiología.

Las formas de manejo de los virus son tratadas por otros docentes. En esta presentación sólo nos referiremos a algunas de las características de la **patogénesis** de estas enfermedades que sirven de punto de enganche para las estrategias de control integrado.

Esquema simple del ciclo de la patogénesis de un virus fitopatógeno



Necesitamos hacer el diagnóstico para conocer entre otras cosas como se transmite en el campo. De acuerdo a esta característica, los virus de tomate y pimiento comunes en la región pampeana se pueden agrupar así:

- Virus transmitidos por jugos
- Virus transmitidos por pulgones de manera no persistente
- Virus transmitidos por trips.

Teniendo en cuenta esta clasificación, ahora se describirá cada uno de ellos:

Virus transmitidos por jugos

- **Virus del mosaico del tomate** (Tomato mosaic *Tobamovirus*ToMV), virus del mosaico del tabaco (Tobacco mosaic *Tobamovirus*TMV)

Estos virus son muy semejantes, de modo tal que hasta hace unos años, el ToMV era considerado raza del TMV. Son virus de gran estabilidad, sin vector conocido, que se transmiten por jugos en la naturaleza, y pueden permanecer estables en residuos de tejidos vegetales durante mucho tiempo. Los síntomas en tomate consisten en un mosaico, disminución variable del tamaño de las plantas, pudiendo producirse una deformación y reducción del tamaño de los folíolos. Causa disminución de rendimiento, frutos deformados, con maduración tardía y alteraciones de color. En pimiento, además de los síntomas mencionados en tomate, causa un mosaico amplio en hojas.

Virus transmitidos por pulgones de manera no persistente

- **Virus del mosaico del pepino** (Cucumber mosaic *Cucumovirus* - CMV)

En pimiento los síntomas consisten en una clorosis de las hojas jóvenes que puede comenzar desde la base. Luego aparece una clorosis formando dibujos de anillos u otros dibujos. Estos síntomas se reproducen en las hojas nuevas, que además se deforman, con ampollas y depresiones. La altura de la planta se ve reducida. Los síntomas son más severos cuanto más joven es la planta en el momento de la infección. Los frutos pueden tener anillos cloróticos y deformaciones.

Los síntomas en tomate son moteado de las hojas, disminución de tamaño de los folíolos que puede llegar a afinarse severamente y disminución de tamaño. Los folíolos filiformes pueden ser debidos también a ToMV y a la acción hormonal de la deriva de un herbicida.

Estos síntomas pueden desaparecer y reaparecer. Los frutos pueden ser más pequeños, con necrosis y madurez tardía.

▪ **Virus Y dela papa (Potato virus Y – PVY)**

En tomate es muy infrecuente en esta región. En pimiento produce mosaico muy marcado que suele respetar las nervaduras. El efecto de las nervaduras y áreas en contacto con ellas que permanecen de color verde normal es conocido como vein-banding. Si la infección es temprana, la planta reduce su tamaño y los frutos son más pequeños, escasos y con un fuerte mosaico.

Virus transmitidos por trips

▪ **Tospovirus**

En la región pampeana, el Tomato spotted wilt virus (TSWV) tiene una predominancia de más del 99% entre los Tospovirus detectados. De manera muy infrecuente se encuentra además el Tomato chlorotic spot virus (TCSV).

En tomate los síntomas característicos son un bronceado de las hojas, color violáceo en el envez de los folíolos algo acartuchados, disminución de tamaño de brotes y de hojas, y de la planta en general. Cuanto más temprana es la infección mayor es la disminución del tamaño de la planta, que puede quedar totalmente detenida en su crecimiento. Los frutos pueden presentar halos cloróticos, o anillos castaños cuando el fruto está aún verde, y son de tamaño reducido.

En pimiento los síntomas son altamente variables. En hojas aparecen alteraciones de color, consistentes en mosaicos, que pueden aparecer desde la base o el ápice de la hoja, anillos y dibujos cloróticos, mosaicos en áreas grandes, de color amarillo, que se necrosan. Los frutos presentan anillos cloróticos y tienen deformaciones que impiden su comercialización.

Otros virus detectados:

- Pepper severe mosaic *Potyvirus*.
- Potato *Potexvirus X*

Bibliografía

- DAVIS R., MIYAO G., SUBBARAO K. AND STAPLETON J. 2011. University of California IPM Pest Management Guidelines: Peppers, UC ANR Publication 3470. Disponible en: <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r783102111.html>. Consultado el 15/07/13.
- FASULO, T. 1995. Whitefly knowledgebase. USDA. Univ. of Florida. Disponible en: <http://entnemdept.ufl.edu/fasulo/whiteflies/>. Consultado el 15/07/13.
- KOIKE,S., DAVIS R. Y SUBBARAO K. 2011. Management Guidelines: Tomato University of California IPM Pest. UC ANR Publication 3460. Disponible en: <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r604101011.html>. Consultado el 15/07/13.
- RUEDA A. Y SHELTON A. 1996. Global Crop Pests. Identificación e información. Cornell University. Disponible en: <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/veg-insects-global/spanish/thrips.html>. Consultado el 15/07/13.
- ZITTER, T. 1984 Vegetable MD online. Cornell University. . Disponible en: http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Viruses_Tomato.htm http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Virus_Pepper.htm . Consultado el 15/07/13.

Virosis emergentes transmitidas por mosca blanca: importancia y diversidad genética de begomovirus que infectan tomate

Paola Lopez Lambertini INTA IPAVE.

¿Cuándo un virus es emergente?

Cuando un nuevo virus aparece y se distribuye en un nuevo nicho o cuando uno conocido o una nueva variante del virus aumenta su incidencia y/o expande su distribución geográfica o rango de hospedantes. Los factores que impulsan la emergencia de virus de plantas incluyen la variabilidad genética del virus, cambios en las prácticas agrícolas, aumento de la población y/o distribución de su insecto vector y transporte de materiales vegetales entre agro-ecosistemas distantes.

¿Por qué los begomovirus son emergentes?

El género *Begomovirus* pertenece a la familia *Geminiviridae*, se transmite por mosca blanca, infectan plantas dicotiledóneas y son una amenaza en la producción de tomate a nivel mundial. En el caso particular de Estados Unidos, México y el Caribe, la emergencia del *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) es un excelente ejemplo del daño ocasionado por el movimiento de plantines de tomate desde Israel a República Dominicana desde donde se dispersó gracias a la presencia de la mosca blanca durante 1990s. El TYLCV posee un genoma monopartito es decir un segmento de DNA simple cadena circular de aproximadamente 2.8kb. Hoy en el Viejo Continente hay un complejo viral de especies que incluyen al TYLCV y que se denominan *Tomato yellow leaf curl diseases* (TYLCD) y todas inducen síntomas similares en plantas de tomate. Paralelamente, América del Sur constituye otro ejemplo de emergencia de begomovirus pero por mecanismos distintos al mencionado anteriormente. Se postula que la aparición de nuevas especies se debió a la introducción del biotipo B de la mosca blanca el cual transmitió con mayor eficiencia que los biotipos nativos los begomovirus desde las plantas no cultivadas al tomate. La adaptación a nuevos hospedantes está favorecida por su capacidad de mutación y recombinación. Los begomovirus se dividen en dos grupos denominados del Viejo mundo (OW) (Europa, África, Asia y Australia) y los de Nuevo Mundo (NW) (América) basados en su organización genómica, relaciones filogenéticas y distribución geográfica.

¿Cuáles son las características de los begomovirus del Nuevo Mundo?

Su genoma posee dos componentes denominados DNA-A y DNA-B de similar tamaño, aproximadamente de 2,6 kb. El DNA-A codifica para 5 proteínas (Rep, Ren, TrAP, AC4 y CP) involucradas en la replicación, transcripción, supresión del silenciamiento y encapsidación mientras que el DNA-B codifica para dos proteínas (MP y NSP) involucradas en el movimiento viral en la planta. No obstante, recientemente un begomovirus identificado en Perú denominado *Tomato leaf deformation virus* (ToLDeV) posee un solo componente genómico y corresponde al grupo del NW.

¿Cuántas especies de begomovirus infectan tomate en Brasil?

En Brasil hay más de 11 begomovirus diferentes descritos que infectan tomate ocasionando severas pérdidas económicas entre los cuales se menciona al *Tomato golden mosaic virus* (TGMV), *Tomato rugose mosaic virus* (ToRMV), *Tomato chlorotic mottle virus* (ToCMoV), *Tomato severe rugose virus* (ToSRV), *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSV), *Tomato yellow*

spot virus (ToYVSV), *Tomato common mosaic virus* (ToCmMV), *Tomato mild mosaic virus* (ToMIMV), *Tomato interveinal chlorosis virus* (ToICV), *Tomato mottle leaf curl virus* (TMoLCV), *Tomato golden vein virus* (TGVV) y otros que resta terminar de caracterizar.

¿Cuántas especies de begomovirus infectan tomate en nuestro país?

Nuestro grupo de trabajo identificó hasta el momento siete especies de begomovirus que referimos a continuación:

- *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSV) fue detectado infectando tomate en las regiones productoras de Salta, Corrientes, Misiones, Córdoba y San Juan. El ToYVSV es la especie de begomovirus prevalente en nuestro país en todas las regiones productoras de tomate y también se encuentra en Brasil. El 33% de las secuencias analizadas correspondieron al ToYVSV.
- *Solanum mosaic Bolivia virus* (SoMBoV) se identificó infectando tomate en Córdoba. En Bolivia, el mismo se caracterizó molecularmente a partir de una maleza del género *Solanum*. Las malezas actúan como reservorios u hospedantes alternativos de los begomovirus favoreciendo su dispersión a los cultivos.
- *Tomato rugose yellow leaf curl virus* (ToRYLCV) fue identificado infectando tomate en Misiones. En Uruguay fue recientemente caracterizado de un aislamiento a partir de tomate.
- Cuatro especies de begomovirus nuevas, dos de la región del NOA y dos del NEA. La especie *Tomato dwarf leaf virus* (ToDLV) fue caracterizada infectando tomate en Salta y es la primera especie nueva propuesta. Actualmente, se está completando la caracterización de las tres especies restantes. Es importante destacar que los nombres de los virus de plantas describen la sintomatología que ocasionan en el hospedante a partir del cual se aisló. La sintomatología ocasionada por estos virus observada en el campo no puede ser utilizada para nombrarlos debido que varias especies de begomovirus co-infectan una misma planta (infecciones mixtas) en tomate. Además, estos virus poseen una ineficiente inoculación mecánica. Por estos motivos, para poder proponer un nombre para una nueva especie de begomovirus la alternativa es realizar ensayos de inoculación de DNA infectivo con ambos componentes genómicos mediante acelerador de micropartículas y observar los síntomas que el virus ocasiona en tomate. Además, estos ensayos permiten comprobar que los virus son infectivos y reproducir los postulados de Koch.

¿Es común la presencia de infecciones mixtas de diferentes especies de begomovirus en tomate en Argentina?

Si, la ocurrencia de infecciones mixtas entre dos especies distintas de begomovirus en tomate es una situación común en todas las regiones productoras. Hemos identificado hasta 3 especies diferentes de begomovirus en una misma planta de tomate. Esto contribuye a que diferentes especies de begomovirus recombinen favoreciendo la emergencia de nuevas especies más adaptadas a condiciones ambientales cambiantes. Resultados preliminares de nuestros trabajos de caracterización de las infecciones mixtas en tomate exponen un patrón de coinfección de begomovirus diferencial dependiendo de la región geográfica y la presencia del ToYVSV en todas las regiones.

¿Quién transmite los begomovirus?

La mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius). Este insecto posee un aparato bucal picador-suctor, que le sirve para succionar la savia de las plantas, es polífaga lo cual le permite sobrevivir en más de 700 especies de plantas ocasionando daño directamente al alimentarse e indirectamente transmitiendo virus. Las moscas blancas constituyen un complejo de especies crípticas que consiste en por lo menos 31 especies morfológicamente indistinguibles las cuales se identifican solo por métodos moleculares. El biotipo B o *B. argentifolii* clasificado actualmente como grupo genético del Middle East-Asia Minor 1 es el responsable de la epifitía de begomovirus en América del sur en cultivos hortícolas.

¿Cuáles son las características de la transmisión por *B. tabaci*?

La transmisión de begomovirus es circulativa-persistente. Una mosca blanca al alimentarse en una planta enferma adquiere el virus el cual circula por el tracto digestivo luego a la hemolinfa hasta alcanzar las glándulas salivares. Este movimiento se debe a la interacción entre la proteína de la cápside del virus y proteínas del insecto entre las cuales se destaca la chaperonina GroEl sintetizada por bacterias endosimbióticas que se encuentran en el insecto. La interacción entre los begomovirus y su insecto vector ha co-evolucionado en una relación mutualista, la cual se asegura la eficiente transmisión del virus y favorece la sobrevivencia del insecto vector. Hay antecedentes que revelan que los begomovirus reducirían la defensa de la planta afectando la vía relacionada con el ácido jasmónico la cual genera metabolitos secundarios y proteínas de defensa contra el ataque de los herbívoros contribuyendo a un aumento en la multiplicación y de la densidad de población de la mosca blanca. Además, hay evidencias de que los begomovirus alteran el comportamiento alimenticio de la mosca blanca, es decir se alimentan más eficientemente después de haber adquirido el virus y consecuentemente incrementa su transmisión y propagación. En resumen, una mosca virulífera se mueve más lentamente, vuela distancias más cortas, pica más veces en una planta por lo que alcanza el floema más seguido y su ingestión es más prolongada que una no virulífera. Otras características de la transmisión que puede variar dependiendo de la relación begomovirus-especie de mosca blanca son: transmisión transovarial, transmisión sexual de insecto a insecto, mayor eficiencia de transmisión en las hembras que en los machos, permanecer virulíferos durante toda su vida adulta una vez que adquieren el virus el cual produce efectos negativos disminuyendo el ciclo de vida del mismo. Por último, los begomovirus no poseen una inoculación mecánica eficiente ni transmisión por semilla.

¿Cómo se realiza el diagnóstico de estos virus?

La identificación del agente causal es el primer paso para la selección de estrategias de manejo de una enfermedad. El DAS-ELISA es la técnica serológica rutinariamente utilizada para la detección de virus de plantas. Sin embargo, para la identificación de begomovirus se utilizan técnicas moleculares como la amplificación en cadena de la polimerasa (PCR) debido a la reducida capacidad antigénica de la proteína de la cápside, lo que dificulta el desarrollo de antisueros específicos. La identificación de begomovirus mediante PCR utilizando un par de iniciadores degenerados permite visualizar una banda de aproximadamente 1400pb mediante electroforesis en gel de agarosa. Esta reacción positiva permite confirmar la presencia de un begomovirus pero no la especie viral involucrada en la infección. Sin embargo, el conocer que es un begomovirus, es suficiente como primera información para delinear un plan adecuado de manejo de la enfermedad. La identificación de la especie viral se realiza mediante amplificación, clonado y secuenciación del componente genómico DNA-A completo. Un porcentaje de identidad de nucleótidos del DNA-A inferior al 89% es el criterio para determinar una nueva especie en este grupo de virus.

¿Qué fuentes de resistencia a begomovirus en tomate dispone un productor?

Todas las fuentes de resistencia incorporada en los tomates que utilizan nuestros productores han sido seleccionadas para conferir resistencia contra el TYLCV o virus de la cuchara del tomate al cual se denomina vulgarmente "Tylc". Este begomovirus que ha devastado los cultivos de tomate y pimiento en Europa y Asia no ha sido detectado aún en nuestro país. El hecho de ser monopartito y no bipartito como las especies presentes en Argentina y Brasil hace presumir diferencias importantes en su respuesta frente a la infección. No obstante, se ha observado un comportamiento de tolerancia conferido por esta fuente de resistencia frente a los begomovirus presentes en nuestro país. Lamentablemente, las fuentes de resistencia disponibles contra begomovirus son escasas y no ampliamente caracterizadas. La utilización de genotipos de tomate con fuente de resistencia a dichos patógenos es la alternativa más segura de manejo de esta enfermedad.

¿Cuáles son los desafíos a superar para implementar estrategias de manejo efectivas que minimicen el impacto en la producción de tomate del patosistema begomovirus/mosca blanca-endosimbiontes?

- ✓ Movimiento y desplazamiento de especies de mosca blanca con diferente eficiencia de transmisión de distintas especies de begomovirus.
- ✓ Resistencia a insecticidas influenciada por diferentes endosimbiontes en el vector.
- ✓ Cambios climáticos que influyen alteraciones en la dinámica poblacional del vector.
- ✓ Gran diversidad de especies de begomovirus infectando tomate.
- ✓ Migración de moscas blancas y de begomovirus presentes en Brasil, Bolivia y Uruguay.
- ✓ Aparición de nuevas especies de begomovirus recombinantes.
- ✓ Diversidad de especies de begomovirus en malezas.
- ✓ Falta de cultivares de tomate portadores de fuentes resistencia específica a nuestros begomovirus.

Prácticas de manejo que afectan la incidencia de virosis transmitidas por trips y moscas blancas en cultivos hortícolas bajo cubierta

Mariel Mitidieri. INTA San Pedro.

Equipo de trabajo: Virginia Brambilla, Mario Piris, Estela Piris, Elena Dal Bó, Valeria Saliva, Nora Francescangeli, Edith Taleisnik.

Introducción

Las enfermedades de origen viral causan importantes pérdidas de rendimiento y calidad en cultivos hortícolas de nuestro país. Estas pérdidas y el daño financiero resultante pueden limitarse al controlar las epidemias usando técnicas que reducen las fuentes de infección viral o evitan su transmisión. Para algunas virosis se han desarrollado modelos predictivos y sistemas de soporte para tomar decisiones como dónde y cuándo es el momento de realizar un tratamiento con insecticidas para controlar los vectores. La aplicación individual de alguna medida de control redundará en escasos beneficios y se tornará poco eficaz sobre todo a largo plazo; en cambio cuando varias prácticas distintas se combinan, sus efectos se complementan y logran resultados mucho mejores. El manejo integrado de enfermedades de origen viral involucra la resistencia del hospedante, prácticas culturales, control químico y biológico.

El conocimiento epidemiológico para cada patosistema viral comprende información sobre la naturaleza primaria de la infección viral, cómo el virus se dispersa entre y dentro de los cultivos, cómo se traslada a largas distancias y cómo sobrevive fuera del período de cultivo. Con respecto al insecto o ácaro vector se deberá conocer el ciclo y hábito de vida, tipo de alimentación de individuos jóvenes y adultos, tiempo que requieren para alimentarse, formas de dispersión y protección, períodos de actividad y latencia y modo de sobrevivencia. Se debe conocer también el rango de hospedantes y la influencia del ambiente sobre su dinámica poblacional. La información sobre el hospedante debe incluir grado de susceptibilidad o resistencia, época de siembra o plantación, marco de plantación, tasa de crecimiento, etapas críticas para el crecimiento, ciclo de cultivo (tiempo hasta la cosecha), tolerancia a herbicidas, requerimientos nutricionales y el impacto del ambiente (viento, lluvia, temperatura, etc.) sobre el crecimiento.

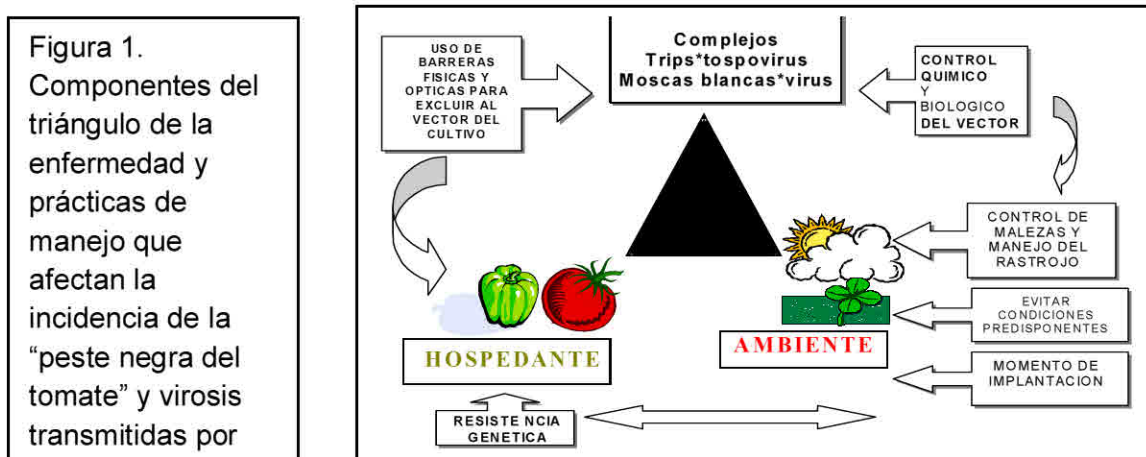
Entre las enfermedades virales que afectan al cultivo de tomate, pimiento y lechuga en la región pampena, se destaca la "peste negra"; este virus, representa un importante escollo para aquellos productores que pretenden conducir cultivos con baja utilización de agroquímicos y utilizar insectos benéficos. Una reducida presencia de trips infectados, puede contagiar a un gran número de plantas de manera hasta el momento irreversible, obligando a aumentar la frecuencia de los controles de estos vectores por vía química. En abril del 2004 se detectó en el cinturón hortícola platense *Bemisia tabaci*, esta mosca blanca es importante por los daños directos que causa al cultivo, pero también por ser vector de importantes virosis. Su rango de hospedantes es muy amplio, ataca 500 especies de 63 familias diferentes.

Para llegar a diseñar una estrategia racional de manejo, será necesario analizar los componentes del triángulo de la enfermedad, o sea el patógeno que en este caso sería mejor llamar: complejo trips-tospovirus o complejo mosca blanca-virus, ya que tanto el virus como su vector son necesarios para que se presente la enfermedad, el ambiente y el hospedante. El hombre tiene acción sobre cada uno de ellos (Ver flechas Fig. 1) y será responsable de que la balanza se incline hacia el lado más conveniente desde el punto de vista económico y ecológico.

EL COMPLEJO VECTOR-VIRUS

Los síntomas de esta enfermedad han sido descriptos por Dal Bó en este libro, para observar fotos se puede consultar: Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. <http://inta.gov.ar/documentos/guia-de-monitoreo-de-plagas-y-enfermedades-de-tomate-y-pimiento>. Algunos temas tratados en este apunte pueden leerse con más detalle en: Prácticas de manejo que afectan la incidencia de virosis transmitidas por trips y moscas blancas en cultivos hortícolas bajo cubierta: http://anterior.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/pdf/mmitidieri_mi.pdf

En la naturaleza, los tospovirus son transmitidos exclusivamente por insectos del orden Thysanoptera y de una manera persistente, los insectos adquieren el virus en el estado larval, pero los adultos son quienes lo transmiten (Conti *et al.*, 2001; Cuadrado Gómez, I. 1996). En Argentina se ha citado la presencia de las especies vectoras, *Frankliniella schultzei*, (Trybom), *Thrips tabaci* (Linderman), ambas registradas desde 1935 y *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Después de un breve período de adquisición (para *T. tabaci* es de 15 minutos) y otro período de latencia o incubación que va de 4 a 18 días, los trips transmiten los tospovirus durante toda su vida. Los daños ocasionados por esta enfermedad, se miden no solamente por las pérdidas económicas que ocasiona en los cultivos, sino por el impacto ambiental que implica la cantidad de tratamientos fitosanitarios que el productor debe realizar para combatir su principal agente vector, el trips *Frankliniella occidentalis*. Estos tratamientos muchas veces suelen ser inefectivos, si se considera que los trips pueden migrar e infectar a una planta antes de que un determinado insecticida haya tenido tiempo de inactivarlo. El manejo de la enfermedad se hace más complejo al alojarse el insecto en malezas, especialmente en las flores, que al ser hospedantes del virus sirven de reservorio natural de éste. Por ejemplo, entre las especies de malezas preferidas por *Frankliniella occidentalis* podemos citar: quinoa blanca, diente de león, nabo y trébol blanco, frecuentes en nuestra zona.



Las virosis transmitidas por moscas blancas causan severos daños en todo el mundo. Los más conocidos son los transmitidos por *Bemisia tabaci* y pertenecen al género Begomovirus (familia geminivirus). Esta mosca blanca transmite además un número limitado de virus de los géneros Carlavirus, Ipomovirus (Potyvirus) y Crinivirus (closterovirus). El único género de mosca blanca identificado como vector de virosis además de *Bemisia* es *Trialeurodes*, los virus transmitidos por estas moscas blancas se encuentran dentro del género crinivirus (Morales y Jones, 2004). Los begomovirus son transmitidos de manera persistente; cuando el insecto se alimenta estos virus son ingeridos por el vector y circulan por su hemolinfa antes de su transmisión. Una vez adquiridos por el vector estos virus pueden ser transmitidos por semanas hasta todo el período de vida del insecto. Los crinivirus son transmitidos de manera semipersistente y de una manera no circulativa por un período corto de tiempo (1-9 días) después de un período corto de adquisición.

Control químico y biológico del vector

Para mantener baja la población de vectores dentro del cultivo, será necesaria la utilización de principios activos eficaces, aplicados adecuadamente y con mayor frecuencia en los momentos de mayor susceptibilidad del cultivo, para trips esta es la etapa de plantín y primeros 45 días después del trasplante. El monitoreo de los cultivos ayudará a realizar los controles en el momento adecuado. El uso abusivo de insecticidas puede provocar la aparición de razas de trips

o moscas blancas resistentes a los mismos, complicando aún más el manejo de la enfermedad. El uso de enemigos naturales para bajar la población de trips y moscas blancas dentro de los invernaderos, debe tener en cuenta los aspectos desarrollados anteriormente. Considerar siempre antes de elegir un principio activo cuáles son los que están registrados para el cultivo en cuestión (Sánchez y Mitidieri, 2010).

Control cultural

Dentro de las prácticas de cultivo que reducen la presencia de la enfermedad en el cultivo podemos identificar cuatro estrategias: las que persiguen como objetivo evitar que altas poblaciones del vector coincidan con los cultivos, (algunos autores las denominan escape en el tiempo y en el espacio y son consideradas las más eficientes aunque no tan sencillas de implementar), la manipulación del comportamiento de los vectores y la eliminación de fuentes de infección.

Escape en el tiempo

Esta estrategia quiebra el ciclo anual de plagas y enfermedades y reduce el nivel de inóculo. Consiste en generar un período de tiempo en que no se implantarán cultivos que sean hospedantes de las virosis, esta práctica dentro del invernadero puede ir acompañada de la desinfección de las estructuras. La población de vectores se reduce antes de implantar el nuevo cultivo, en algunos países como EEUU (Florida), República Dominicana e Israel, se ha implementado para reducir la presencia de geminivirus en tomate, dado el escaso rango de hospedantes de esta virosis. Las moscas blancas reducen su población al obligarlas a sobrevivir en la vegetación circundante que no es tan propicia para su desarrollo como los monocultivos de tomate y pimiento (Hilje *et al.*, 2001). Esta estrategia demanda una tarea previa de planificación individual y regional y requiere la participación de organismos del estado, la prohibición de determinadas fechas de siembra y destrucción de los cultivos que no respetan las directivas.

Escape en el espacio

Se trata de interponer entre el vector y el cultivo una barrera física, esta puede ser una malla anti-insectos colocada en las aberturas de los invernaderos (mallas densas de 20*10 hilos/cm²) o cubiertas flotantes ubicadas sobre el cultivo. El uso de mallas que ayudan a impedir o reducir la entrada de insectos será de gran ayuda, no solamente para este patosistema en particular sino para el resto de las plagas que afectan a los cultivos (Berlinger *et al.*, 1998). En la EEA INTA San Pedro se han realizado experiencias con mallas anti-insectos, donde se obtuvieron reducciones en la incidencia del "virus de la peste negra" en cultivos de tomate. También se condujeron ensayos de cultivo de pimiento (Francescangeli y Mitidieri, 1998). Los resultados que se muestran corresponden a ensayos conducidos en invernaderos metálicos tipo túnel (8 x 50 m, 21% ventilación lateral), sin calefacción, en el primer ensayo (Figura 2), La malla antitrips utilizada fue un tejido con monofilamento de polietileno de alta densidad de 15 x 15 hilos/cm², que se colocó en puertas y ventanas. La incorporación de esta tecnología irá acompañada de un cambio en el tipo de estructura del invernadero, sobre todo en cuanto a la altura para permitir mayor ventilación y de la posibilidad de incorporar extractores de aire. Debido al aumento de la humedad relativa que produce la utilización de las mallas se deberá prestar mayor atención a realizar tratamientos preventivos para evitar ataques de hongos como *Botrytis cinerea* y considerar que su uso puede dificultar el ingreso al invernadero de insectos benéficos. El uso de tejidos de trama más gruesa, también puede ser eficaz al evitar el ingreso de vectores que son arrastrados por el viento. Otra estrategia sería incorporar las barreras en momentos claves como la producción de plantines o en etapas de alta susceptibilidad a la enfermedad como los primeros 45 días después del trasplante. El monitoreo de las plagas igualmente deberá ser realizado para combatir posibles focos de insectos que puedan originarse al ingresar éstos accidentalmente al cultivo. Para reducir la incidencia de virus transmitidos por moscas blancas, ha sido probado con éxito el uso de cubiertas flotantes, las mismas se colocan sobre las plantas y lo protegen del ingreso de moscas blancas durante las primeras etapas del ciclo de cultivo.

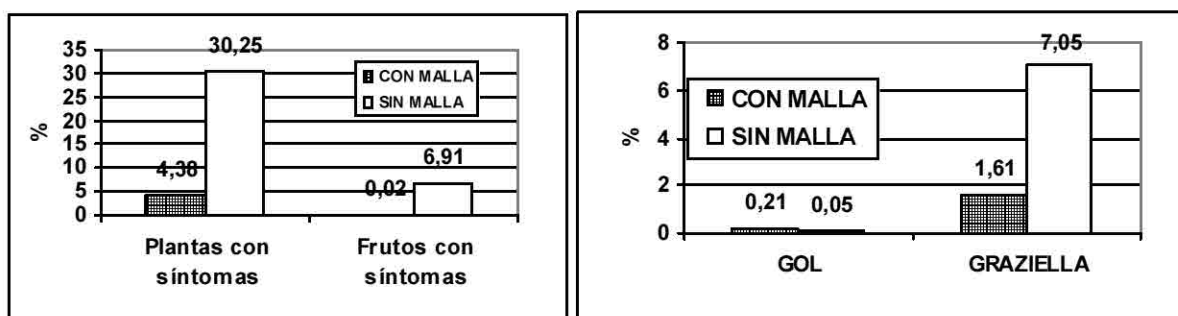


Figura 2. Izquierda = porcentaje de plantas y frutos con síntomas de " peste negra" en invernaderos con y sin malla anti-trips. Transplante 3/9/1995, cv. FA 191 (Shirley). (Mitidieri *et al*, 1996). Derecha = Transplante el 28/08/96. cv Graziella (Zeraim Gedera), susceptible y Gol (BHN) resistente al virus de la "peste negra" (Mitidieri *et al*. 1997).

Manipulación del comportamiento de los vectores

Son prácticas que intentan evitar que los vectores ubiquen a los cultivos. Se incluye el uso de cultivos acompañantes que repelen por ej. las moscas blancas y pueden atraer enemigos naturales. El uso de coberturas del suelo como plásticos de colores o metalizados, o paja también contribuye para reducir la capacidad de los vectores para encontrar al hospedante. Son efectivos en las primeras etapas del cultivo, mientras el canopeo no los tapa. Los plásticos metalizados reflejan la luz ultravioleta y dificultan el acceso de trips al hospedante. Las coberturas con especies que no son preferidas por los vectores también pueden ser efectivas, ya que por ej. las moscas blancas las prueban pero al no encontrarlas atractivas migran del cultivo. Esta última alternativa es recomendable para productores orgánicos.

Eliminación de fuentes de infección: saneamiento y sanidad de plantines

Esta práctica consiste en eliminar del cultivo y sus alrededores plantas con síntomas y malezas que puedan ser hospedantes de vectores o de las virosis que éstos transmiten. La entrada del personal a los invernaderos también debe ser organizada para evitar ingresar a módulos donde hay plantines o cultivos nuevos si anteriormente se estuvo trabajando en cultivos más avanzados donde los vectores están presentes. Se debe proveer al personal de indumentaria adecuada que será utilizada dentro de los invernaderos (guardapolvos, mamelucos, etc.) El uso de pediluvios, la desinfección de las herramientas el uso de guantes y cobertores de calzado, si bien no tienen efectos directos sobre las enfermedades que se trata en este trabajo forman parte de las buenas prácticas agrícolas y deberían ser implementados.

Es imprescindible que los plantines estén libres de vectores y virosis desde la siembra hasta el transplante. En algunos países de la Unión Europea se exige un pasaporte fitosanitario a los lotes de plantines que se comercializan. Este certificado se obtiene después de someter la plantinera a controles, que incluyen muestreos para monitorear la presencia de plagas y enfermedades.

EL HOSPEDANTE

Utilización de materiales resistentes a la enfermedad

El hospedante habrá de influir de distintas maneras en el establecimiento o no de la enfermedad, la edad del mismo en el momento de producirse la infección será muy importante, ya que por ejemplo son los primeros 30-45 días después del transplante en tomate, los de mayor susceptibilidad a tospovirus. La presencia o ausencia de genes de resistencia en el hospedante será un factor fundamental en el manejo de la enfermedad.

La figura 3 y tabla 1 muestran los resultados en rendimiento total y porcentaje de plantas con síntomas de "peste negra" en distintos ambientes de evaluación. Los cultivares resistentes mostraron menor incidencia del "virus de la peste negra" que los susceptibles, este comportamiento varió según cada ambiente, los materiales tolerantes se comportaron como susceptibles ante la alta presión de inóculo. Vale aclarar que el gen de resistencia que portan estos materiales ensayados, es el mismo y es el que portan los híbridos resistentes que se usan en la actualidad.

Desde la aparición de cultivares de tomate y pimiento resistentes a tospovirus, los productores los han incorporado masivamente, pero en algunos casos, la tendencia a confiar solamente en esta técnica, descuidando el control de los vectores, originó altas incidencias de plantas con síntomas. Este fenómeno se hace particularmente importante en pimiento ya que el gen de resistencia a tospovirus que portan los híbridos comerciales, no se manifiesta a altas temperaturas. El uso de la resistencia genética debe ir acompañada de otras medidas que disminuyan el nivel de trips en el invernadero para evitar quiebres de la resistencia; en este sentido el uso de estos híbridos como barreras vivas en los surcos cercanos a las aberturas ha sido cuestionada por exponer al gen de resistencia a alta presión de inóculo y facilitar la selección de cepas de tospovirus virulentas para estos genes.

Tabla 1. Plantas con síntomas del "virus de la peste negra del tomate" en diferentes ambientes de evaluación. Tipos de cultivares evaluados: R = Resistentes, T = Tolerantes o S = Susceptibles. (Mitidieri et al., 2000).

Momento de implantación	Temprana	Tardía	Tardía	Tardía	Tardía
Control de malezas	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Inadecuado
Control del vector	Adecuado	Adecuado	Alto	Bajo	Nulo
Fd trips por planta	0.022	0.0015	0.025	1.02	12.2
Susceptible	< 5 %	< 5 %	> 40 %	> 70 %	> 90 %
Tolerante	< 1 %	< 5 %	< 10 %	< 10 %	> 60 %
Resistente	< 0.1 %	< 5 %	< 5 %	< 5 %	< 15 %

Fd = folíolos con daño, * 2 aplicaciones por semana hasta 60 días después del transplante, ** 2 aplicaciones por ciclo.

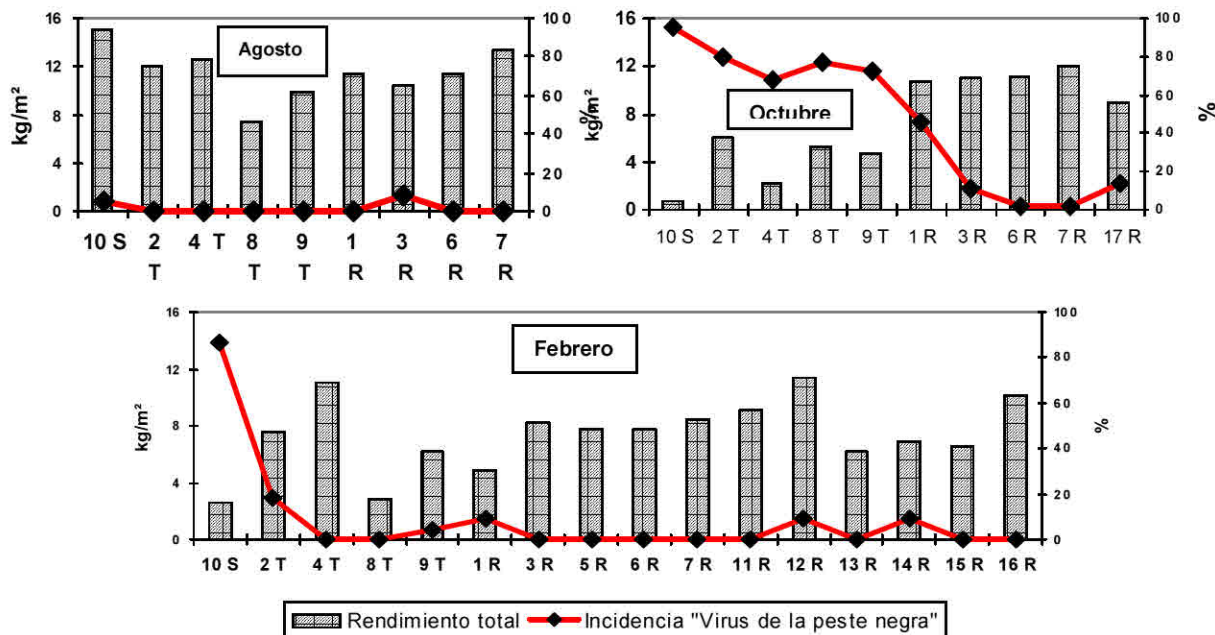


Figura 3. Rendimiento total (kg/m²) e incidencia del "virus de la peste negra del tomate" en 3 ambientes de evaluación con baja (agosto), mediana (febrero) y alta (octubre) población de trips. Tipos de cultivares evaluados: R=Resistentes, T=Tolerantes o S=Susceptibles. (Mitidieri et al., 2000).

EL AMBIENTE

Manejo del rastrojo y efecto de las malezas en los alrededores de los invernaderos

Para evitar que los cultivos viejos se conviertan en reservorios de vectores, se recomienda cerrar el invernadero una vez terminada la cosecha, arrancar las plantas y llevarlas a un lugar alejado, y compostarlo. Sería conveniente tenerlo tapado con plástico por unos días para desechar fuentes de infección. El interior y los alrededores de los invernaderos deberá estar libre de malezas, éstas deberán ser eliminadas antes de que florezcan.

Los ciclos tardíos (primavera y verano) en nuestra zona son los que registran mayores valores de incidencia de "peste negra" por ser mayor la población de los insectos vectores, por lo tanto la posibilidad de implantar el cultivo en fechas tempranas aumentará las chances de reducir los riesgos de contraer la enfermedad. Esto también permitiría biosolarizar en primavera cada dos años, y producir hortalizas de hoja hasta julio-agosto. Las técnicas de acostado y la correcta nutrición permitirán prolongar la vida útil de estas plantas continuando con las cosechas, durante los meses siguientes. Al respecto, se han realizado experiencias en la EEA San Pedro, en las que la cosecha de un cultivo prolongado duró 9 meses, obteniéndose un aumento en rendimiento total del 48%, con respecto a dos ciclos cortos, realizados simultáneamente.

Condiciones predisponentes a la enfermedad

Numerosos trabajos demuestran que la manifestación sintomática que caracteriza a la "peste negra", está influida por la temperatura, la luminosidad, el estado vegetativo y fenológico de la planta, su equilibrio hídrico y nutricional, la edad del hospedante, etc. (Mitidieri, 2009). Situaciones asociadas al manejo, como la nutrición nitrogenada y el tipo de riego resultaron ser un factor determinante en la incidencia de TSWV en diversos cultivos (Jordá et al., 1996; Lacasa et al., 1997). Por otra parte se ha observado que condiciones ambientales como la concentración atmosférica de ozono, predisponen a las plantas para el desarrollo de enfermedades virales (Pocuna y Gimeno, 1996).

Las altas temperaturas suelen ser un factor muy frecuente de estrés a las cuales están sometidas las plantas de tomate en los invernaderos, por problemas de dimensiones inadecuadas y falta de ventilación. Las altas temperaturas modifican todas las funciones de la planta, en el tomate en particular estos cambios suelen observarse por encima de los 35 grados, con un aumento en la síntesis de proteínas específicas de choque térmico, que tienen la función de proteger a la planta ante esta situación. Algunos cambios pueden revertirse como la disminución en la tasa de fotosíntesis, que puede reanudarse cuando las temperaturas bajan, pero los daños en las estructuras reproductivas, pueden afectar de manera irreversible la producción. Los efectos de las altas temperaturas no solamente afectan la producción, la sanidad de la planta también sufre las consecuencias del estrés. El estrés térmico previo a la inoculación incrementó significativamente la severidad de los síntomas y la incidencia del "virus de la peste negra" en el cultivo de tomate (Mitidieri et al., 2000). Las plantas inoculadas luego del estrés mostraron los menores rendimientos totales (Figura 4) y una disminución de la calidad: mayor descarte total y mayores porcentajes de fruto comercial chico en relación al resto de los tratamientos. La modulación de estos cambios está asociada en parte, a cambios en los niveles endógenos de ácido salicílico y la expresión del sistema antioxidante (Mitidieri, 2009). Este compuesto actúa como mensajero en la planta, desencadenando sistemas de defensa e inhibe la replicación de algunos virus que afectan a las plantas. El ácido salicílico no se acumula en los tejidos vegetales a altas temperaturas. Para conocer la relación de este compuesto y la respuesta de plantines de tomate frente a la infección por TSWV, se realizó una experiencia en que plantas de un cultivar susceptible fueron asperjadas con una solución 1mM de ácido salicílico previamente a la inoculación, como resultado de esta experiencia se logró un retardo en la aparición de síntomas y una atenuación de los mismos en las plantas no estresadas (Mitidieri, et al. 2000).

El conocimiento de las bases fisiológicas que gobiernan los mecanismos de defensa de las plantas, contribuyó en los últimos años a la creación de moléculas que son capaces de inducir reacciones de defensa en los cultivos, disminuyendo así su predisposición a contraer ciertas enfermedades. Estas sustancias llamadas activadores de resistencia, podrán ser incorporadas en un plan de manejo integrado de enfermedades, junto con insecticidas que hagan un control adecuado de los vectores de manera de poder proteger al cultivo en su momento de mayor susceptibilidad (Tally et al., 1999). En el INTA San Pedro se han realizado ensayos en que plantas jóvenes de tomate fueron asperjadas semanalmente con una solución 1mM de ácido salicílico. Se logró reducir la incidencia de plantas con síntomas de "peste negra" en todos los años (Figura 5). En las campañas 2004 y 2005, no se obtuvieron diferencias significativas entre el híbrido resistente y el susceptible para plantas ELISA + frente a TSWV a los 60 días del transplante, pero

sí para TCSV/GRSV, con menores porcentajes para el híbrido resistente, esto puede deberse a que las cepas del patógeno que vencen el gen de resistencia sean mutaciones de TSWV (Mitidieri, 2009).

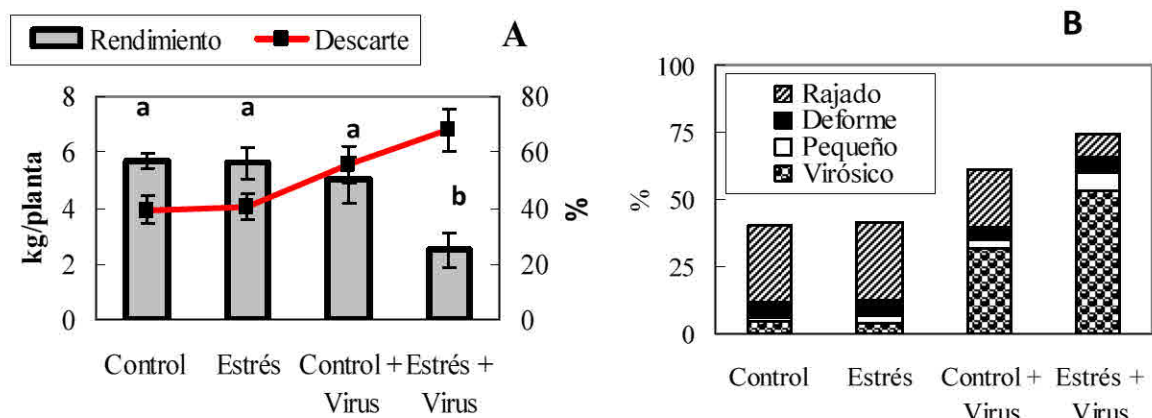


Figura 4. Rendimiento y descarte total (A) y causas de descarte para plantas inoculadas con y sin estrés antes de la inoculación (B). Híbrido Bonanza, susceptible a TSWV. Medias con letras iguales no se diferencian estadísticamente al 5% para el test de comparación de medias múltiples de Duncan. . Estrés=plantas inoculadas después de finalizado el tratamiento de estrés (24 hs a 40 °C). Virus= Plantas inoculadas mecánicamente con una cepa de TSWV, Control = plantas mantenidas a 25 °C, Sanas= plantas no inoculadas. TOTAL = rendimiento total por planta, DESCARTE = porcentaje total de descarte.

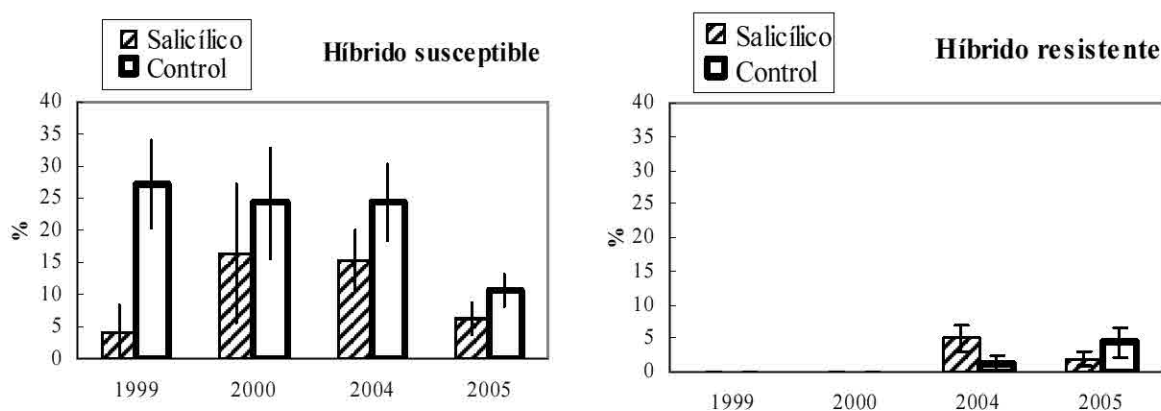


Figura 5. Efecto de aplicaciones de ácido salicílico bajo condiciones de inóculo natural. Plantas con síntomas de "peste negra" al final del ciclo de cultivo bajo condiciones de inóculo natural, campañas 1999, 2000, 2004 y 2005. A Híbrido susceptible y B resistente a TSWV. Salicilico=Plantas asperjadas semanalmente con una solución de ácido salicílico (1 mM) los primeros 45 días después del transplante. Control = Plantas asperjadas semanalmente con agua destilada pH = 3 los primeros 45 días después del transplante.

Conclusiones

Tratar de controlar las enfermedades de origen viral mediante una sola herramienta, llevará a mediano plazo a la pérdida de efectividad de la misma. Por ejemplo basar las medidas preventivas exclusivamente en el uso indiscriminado de insecticidas, provocará la aparición de razas de trips o moscas blancas resistentes a los mismos. Por otro lado, descartar por completo estas medidas para confiar solamente en la resistencia genética para la defensa del cultivo, dará como resultado una presión de inóculo excesiva y la chance de seleccionar razas del virus que quiebren a estos genes. Es común observar en nuestros cultivos plantas portadoras de genes de resistencia a esta enfermedad, que si bien se ven sanas, muestran frutos con síntomas severos.

El inicio del cultivo con plantines sanos es fundamental, en este sentido la aparición de grandes empresas productoras de plantines, que pueden invertir en estructuras equipadas debidamente, permitirá la producción de plantines certificados como libres de virosis, sujetos a controles como se realiza en otras partes del mundo. Las estrategias que incluyan la separación temporal o física entre el hospedante y el vector y entre los cultivos nuevos y viejos, especialmente para el complejo mosca blanca-geminivirus deben ser priorizadas.

El conocimiento global de todas las herramientas disponibles para controlar una enfermedad y los factores que inciden sobre su incidencia, hará más eficiente el uso de los recursos y más racional el manejo de los cultivos.

Bibliografía

- BERLINGER, M. J.; LEBIUSH-MORDECHI, S.; FRIDJA, D. Y MOR, N. 1998. The effect of types of greenhouse screens on the presence of Western Flower Thrips: a preliminary study. *Working Group IPM Glasshouses". Bulletin OILB-SROP, 16(2).*
- CUADRADO GÓMEZ, I. 1996. Enfermedades causadas por Tomato Spotted Wilt Virus en cultivos de invernadero en Almería. *Monografías 18/96. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 192 págs.*
- CONTI, M.; GALLITELLI, D.; LOVISOLO, O.; MARTELLI, G. P.; RAGOZZINO, A.; RANA, G. L. Y VOVLAS, C. 2001. *Principales virus de las plantas hortícolas. Ediciones Mundi Prensa. 206 págs.*
- FRANCESANGELI, N. Y MITIDIERI, M. 1998. Cultivo de pimiento en invernadero con mallas anti-insectos. Campaña 97/98. *EEA INTA San Pedro. Carpeta.*
- HILJE, L.; COSTA, H. S. Y STANSLY, P. A. 2001. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. *Crop Protection 20: 801-812.*
- JONES, R. A. C. 2004. Using epidemiological information to develop effective integrated virus disease management strategies. *Virus Research 100:5-30.*
- JORDÁ, C.; POMARES, F. E IRANZO, B. 1996. Influencia de la nutrición nitrogenada en el desarrollo del virus TSWV en lechuga. *Agrícola Vergel. Año XV. Núm. 173, págs 300-302.*
- LACASA, A.; GUERRERO, M. M.; SÁNCHEZ, J. A.; GUTIERREZ, L.; CONTRERAS, J., ONCINA, M Y TORRES, J. 1997. Influencia del sistema de riego en la incidencia del virus del bronceado del tomate (TSWV) en cultivos de lechuga. *Agrícola Vergel. No. 184:216-225.*
- MITIDIERI, M., FRANCESANGELI, N., POLACK, A., E. DAL BÓ Y MITIDIERI, I. DE 1996. Evaluación del efecto de las mallas anti-insectos en cultivos de tomate bajo cubierta. *Carpeta Jornada de Capacitación: El invernadero hortícola: Manejo de Plagas y Enfermedades, EEA INTA San Pedro.*
- MITIDIERI, M., FRANCESANGELI, N., POLACK, A., MITIDIERI, I. DE Y E. DAL BÓ. 1997. Evaluación del uso de mallas anti-insectos sobre el microclima y la producción en invernadero de dos híbridos de tomate de ciclo tradicional. *Resumen. XX Congreso Argentino de Horticultura. Bahía Blanca, 22 al 25 de Setiembre de 1997.*
- MITIDIERI, M.; BIDERBOST, E.; CASTELLANO, P Y TALEISNIK, E. 2000. High temperature effect on tomato predisposition to TSWV. *Resumen. International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Current trends for Sustainable Technologies. Cartagena, Almería. España. 7-11, Marzo 2000.*
- MITIDIERI, M.; E. DAL BÓ Y MITIDIERI, I. DE. 2000. Evaluation of tomato hybrids resistant to TSWV under greenhouse conditions in Argentina. *Resumen. International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Current trends for Sustainable Technologies. Cartagena, Almería. España. 7-11, Marzo 2000.*
- MITIDIERI, M.; BRAMBILLA, V., SALIVA, V., GABILONDO, J., PIRIS, M., PIRIS, E., PARRA, G., BIDERBOST, E. Y TALEISNIK, E. 2005. Aplicaciones de ácido salicílico a plantas jóvenes de tomate redujeron la susceptibilidad a la infección de TSWV causada por estrés térmico. *XIII Congreso*

Latinoamericano de Fitopatología. III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. 19-22 de abril de 2005. Villa Carlos Paz, Córdoba Argentina

MITIDIERI, M. 2005. Prácticas de manejo que afectan la incidencia de virosis transmitidas por trips y moscas blancas en cultivos hortícolas bajo cubierta: Disponible en: http://anterior.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/pdf/mmitidieri_mi.pdf. Consultado el 27/07/13.

MITIDIERI, M. S. Y POLACK, A. 2012. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. Segunda Edición. Disponible en: <http://inta.gov.ar/documentos/guia-de-monitoreo-de-plagas-y-enfermedades-de-tomate-y-pimiento>. Consultado el 23/07/13.

MITIDIERI, M. 2009. Efecto del estrés térmico sobre la expresión de síntomas del Virus de la "Peste Negra" (TSWV) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de doctorado. Universidad Nacional de Córdoba. 177 págs. Disponible en: <http://inta.gov.ar/documentos/efecto-del-estres-termico-en-peste-negra-del-tomate>. Consultado el 26/07/13.

MORALES, F. J. Y JONES, P. G. 2004. The ecology and epidemiology of whitefly-transmitted viruses in Latin America. *Virus Research* 100:57-65.

POLACK, A. Pautas para el manejo integrado de plagas en horticultura. *En: Manejo Integrado de Plagas en Horticultura. Jornada de Capacitación. INTA San Pedro. 27 de junio de 2000.*

PORCUNA, J. L. Y GIMENO, B. S. 1996. Efectos de los contaminantes atmosféricos. Interacciones con patógenos. *Agrícola Vergel. Año XV N 174, pags 382 – 393.*

SANCHEZ, M. G. Y MITIDIERI M. 2010. Productos fitosanitarios permitidos para la producción y poscosecha de hortalizas. Guía para el productor. ISSN 0327-3237.

TALLY, A.; OOSTENDORP, M.; STAUB, T. and B. BASSI. 1999. Commercial Development of Elicitors of Induced Resistance to Pathogens. *En: Induced plant defenses against pathogens and herbivores. Agrawal, A.; Tuzun, S. and Bent, E. eds. APS PRESS, 390 pages.*

Presentación del problema: Avances y limitantes para la adopción de técnicas de control biológico

Alberto Iezzi. Sistemas biológicos Brometan SRL.

Desde la adopción del control biológico, el manejo integrado de plagas en Europa, sufrió un cambio radical. La inclusión de más de 150 organismos benéficos llevó a la reducción casi total del uso de plaguicidas. En estos países existen más de 30 productores de enemigos naturales, donde tres empresas proveen el 75% del mercado mundial, de los más de 150 agentes de Bio Control usados, unos 30 concentran el 90% de las ventas.

En el manejo integrado de plagas se deben favorecer las interacciones entre las resistencias de las plantas y el biocontrol, para cooperar en el control de plagas manejando los cultivos para que sean atractivos a los enemigos naturales.

Factores a tener en cuenta para el éxito del MIP

Soporte intensivo, realizado por los asesores y/o servicio de extensión durante los primeros años.

El costo total del programa MIP **no** debe ser mayor que el costo del control químico.

Disponibilidad en forma constante de agentes de control químico compatibles (Pymetrocine, Azadiractinas, etc) .

Uso de agentes de control NO químicos (enemigos naturales y variedades resistentes) con soporte técnico responsable en las explicaciones de uso y éstas ser claras y permanentes.

La protección sustentable de los cultivos implica que en los cultivos bajo cubierta, se obtenga sanidad, altos rindes, sin aumentar los costos. Para esto se debe tener en cuenta el manejo integrado de plagas, el cuidado del medio ambiente, la eliminación del uso de pesticidas convencionales. Como resultado de este proceso obtendremos productores y consumidores satisfechos.

El biocontrol implica perseverancia, creatividad e intuición. Para que pueda ser implementado el manejo integrado de plagas es necesario establecer un orden de prioridades:

1. Discutir el desarrollo del programa MIP con todos los participantes del proceso productivo.
2. Trabajar con los agricultores más progresistas cuando se desarrolle.
3. Desarrollar un buen material de enseñanza acerca del MIP y del control biológico, que llegue a todos los actores del proceso productivo.
4. Proveer/vender guía de MIP no solo de los agentes de BioControl, sino también guías de los principales plaguicidas compatibles y sus efectos colaterales sobre los biocontroladores.
5. Desarrollo en masa de enemigos naturales que sea efectivo, económico y de alta calidad.
6. No todas las plagas pueden ser resueltas con BioControl. A veces no es la mejor solución, o directamente no es adecuado y las alternativas químicas deben ser implementadas.
7. Esperar lo inesperado... recuperarse y seguir. Por ejemplo: la aparición en los años '80 de los piretroides, hizo que después de más de 15 años de trabajo duro y éxitos iniciales, no se pudiera implementar el BioControl y el MIP. Con buen soporte técnico y guía de asesores, institutos, proveedores, etc., los agricultores preferirán el BioControl y MIP como opción N°1 en su control de plagas.
8. Concentrarse en el control biológico e integrado de las enfermedades. **El manejo de enfermedades está evolucionando hacia estrategias que incluyen el uso de variedades resistentes y el manejo del medio ambiente del invernadero.**
9. Intentar que el control biológico y MIP sea aceptado como "*filosofía oficial*" en el *diseño de protección vegetal* en la zona, región o país.

Ventajas del control biológico

No hay fitotoxicidad en plantas jóvenes.

No se produce caída de flores, ni abortos prematuros de frutos.

Soltar enemigos naturales lleva menos tiempo y es mucho más placentero que aplicar pesticidas en invernaderos calientes y húmedos.

El sistema es confiable por meses, con chequeos periódicos, mientras que el control químico precisa atención continua.

El control químico genera resistencia de la plaga.

En el BioControl y MIP no existe el período de carencia a la cosecha.

El control biológico es permanente, un buen enemigo natural "*lo es siempre*".

Estas nuevas metodologías de control resultan "*simpáticas*" y por lo tanto apreciadas por el público en general, y todo el sector logrará respeto y consideración.



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación