



Instituto  
Nacional de  
Investigación  
Agropecuaria

U R U G U A Y

---

---

---

# Avances de Investigación Protección Vegetal en Tomate y Morrón

Programa Nacional de  
Investigación en Producción  
Hortícola

2 de octubre de 2014  
Serie Actividades  
de Difusión N° 740



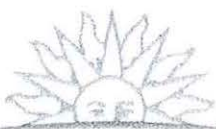
Estación Experimental  
**SALTO GRANDE**

# Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

## **Integración de la Junta Directiva**

**Ing. Agr., MSc., PhD. Álvaro Roel - Presidente**

**D.M.T.V., PhD. José Luis Repetto - Vicepresidente**



**MINISTERIO DE GANADERÍA  
AGRICULTURA Y PESCA  
REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY**

**D.M.V. Álvaro Bentancur**

**D.M.V., MSc. Pablo Zerbino**



**Ing. Agr. Joaquín Mangado**

**Ing. Agr. Pablo Gorriti**



## TABLA DE CONTENIDO

Situación actual del virus de la "peste negra" en los cultivos de pimiento del norte del país.....	p.2-13
Evaluación de productos de origen químico y biológico para el control de nematodos... .....	p.14-17
Aportes experimentales al manejo integrado del cancro bacteriano del tomate.p.	18-27
Incorporación de agentes de control biológico en el cultivo de morrón en invernadero. Resultados años 2012 y 2013.....	p.28-39

## Situación actual del virus de la “peste negra” en los cultivos de pimiento del norte del país.

L. Rubio<sup>(1)</sup>, J. Amaral<sup>(1)</sup>, M. Gonzalez<sup>(1)</sup>, A. Arruabarrena<sup>(1)</sup>, D. Maeso<sup>(2)</sup>.

(1) INIA Salto Grande, Programa Nacional de Horticultura.

(1) INIA Las Brujas, Programa Nacional de Horticultura.

### Introducción

El pimiento es uno de los principales cultivos protegidos en la zona norte, junto al tomate abarcan el 85% del área bajo cubierta. Actualmente, su principal limitante sanitaria es el virus de la “Peste negra”. Este virus es ocasionado por un complejo de especies pertenecientes al género *Tospovirus*. Son virus extremadamente polífagos, pueden infectar malezas, ornamentales y cultivos, y son eficientemente transmitidos por algunas especies de trips, en forma persistente. Estas características hacen que sea una enfermedad de difícil control y le confieren la capacidad de generar epidemias, como las que han sucedido en los últimos años en la región. Como toda enfermedad de origen viral las principales estrategias de control son minimizar las poblaciones del vector, eliminar las fuentes de inóculo y utilizar variedades resistentes. En cuanto al vector, en los últimos años los trips se han tornado en una plaga de difícil control, hay baja eficiencia de los insecticidas y el control biológico, hasta el momento, no ha tenido buenos resultados. Paralelamente, hay una importante sucesión de cultivos y extensión de los mismos a lo largo del año, situación muy propicia para propagar el vector y el virus todo el año. En el país se dispone comercialmente de variedades resistentes para tomate y pimiento. Sí bien, en tomate la resistencia varietal (proporcionada por el gen *sw5*) continúa siendo efectiva, en pimiento se han observado síntomas del virus en cultivares con el gen de resistencia (*Tsw*). No obstante, este gen (*Tsw*) sería efectivo solamente para la especie TSWV del virus y en el país se ha reportado la especie GRSV. También, es sabido que el gen podría quedar inactivo si las temperaturas superan los 30°C. Estos aspectos han contribuido a que se registren altas incidencias y severidad del virus sobre los cultivos de pimiento. En tal sentido, el objetivo de este trabajo ha sido determinar los factores que promueven la expresión de la enfermedad (ambiente/vector/cultivar) con la finalidad de mejorar el control de la misma.

### Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en invernaderos comerciales de 1000m<sup>2</sup>, en los años 2012 y 2013.

Durante la temporada 2012 se seleccionaron 2 sitios con diferente historia de la enfermedad:

-Sitio 1: alta presión del complejo virus-vector, localizado en zona del Hipódromo.

-Sitio 2: sin problemas graves de la enfermedad, ubicado en Colonia 18 de julio.

Para evaluar el comportamiento de la variedad frente al virus se trabajó con 4 variedades: Gastón y Margarita (susceptibles), Yatasto y Troyano (resistentes).

En cada invernadero, que fue plantado con el cultivar seleccionado por el productor (sitio 1 Lukumone, sitio 2 Yatasto), se colocaron parcelas de 15-20 plantas de las 4

variedades seleccionadas, utilizando 4 repeticiones en cada caso. Los almácigos se hicieron en enero y los trasplantes en febrero.

En la temporada 2013 se trabajó en un solo sitio de condiciones intermedias para el complejo virus-vector, ubicado en Colonia San Lorenzo. En este caso, se utilizó parcelas de una variedad susceptible (Margarita) y una variedad resistente (Troyano).

Semanalmente se realizaron las siguientes evaluaciones:

**1- Conteo de trips en trampas y flores.** Se dispuso de 8 pares de trampas pegajosas azules y amarillas colocadas en las distintas parcelas del experimento para la captura del vector. En algunos casos se utilizaron trampas externas al invernadero colocadas en cada lateral del mismo. En momentos de floración se recogían 3 flores/parcelas en frascos con alcohol, las cuales se observaban bajo lupa en laboratorio para contabilizar el número de trips. Estos fueron conservados en alcohol etílico 70° para su posterior identificación.

**2- Porcentaje de plantas de morrón con síntomas de peste negra.** Se evaluó semanalmente mediante observación visual la presencia de plantas con síntomas en cada parcela.

**3- Registro de condiciones ambientales.** Se utilizó un sensor Hobo para registrar temperatura y humedad relativa.

**4- Observación de malezas.** Se observó presencia de síntomas asociados al virus en malezas circundantes al cultivo, aquellas que manifestaron alguna anomalía fueron analizadas por técnicas moleculares.

**5- Determinación del virus y sus especies.** El material sospechoso fue analizado por métodos moleculares y/o serológicos (DAS-Elisa), así como también fueron analizadas parte de las muestras positivas para confirmar la especie/s circulante del virus.

**Resultados**

**Temporada 2012**

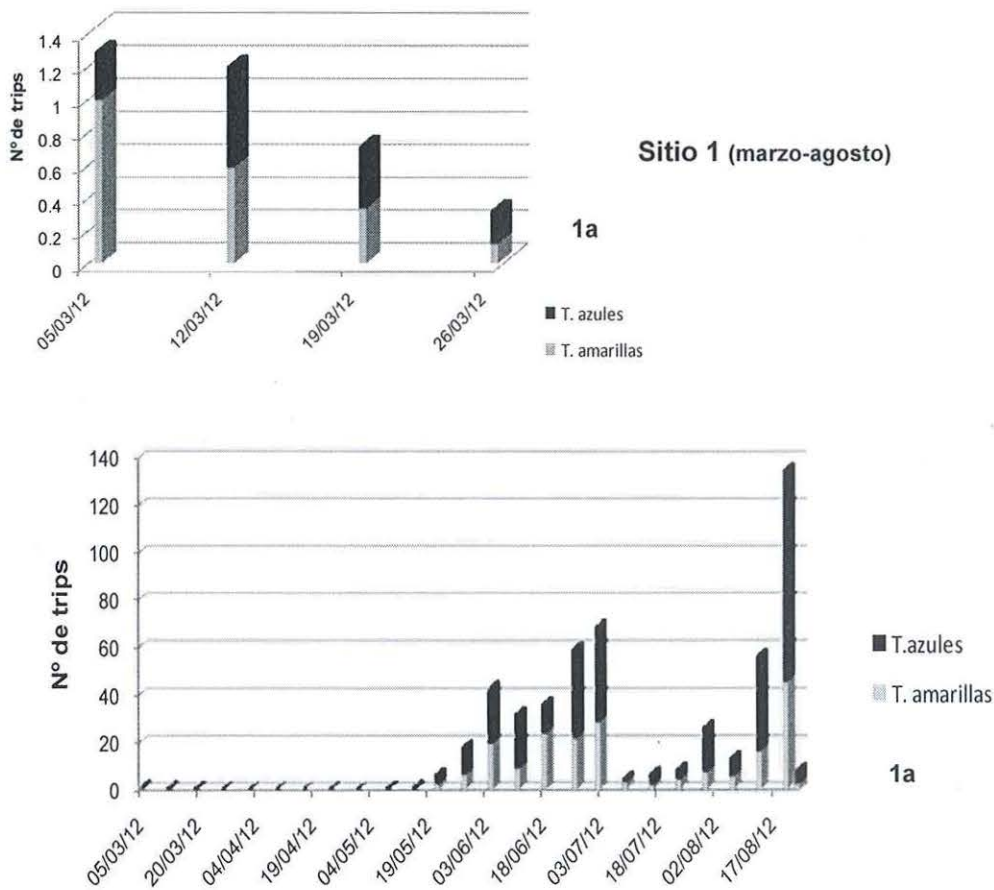
**1) Población del vector**

a) Captura de trips durante la fase de almácigo (25/1/12-15/2/12).

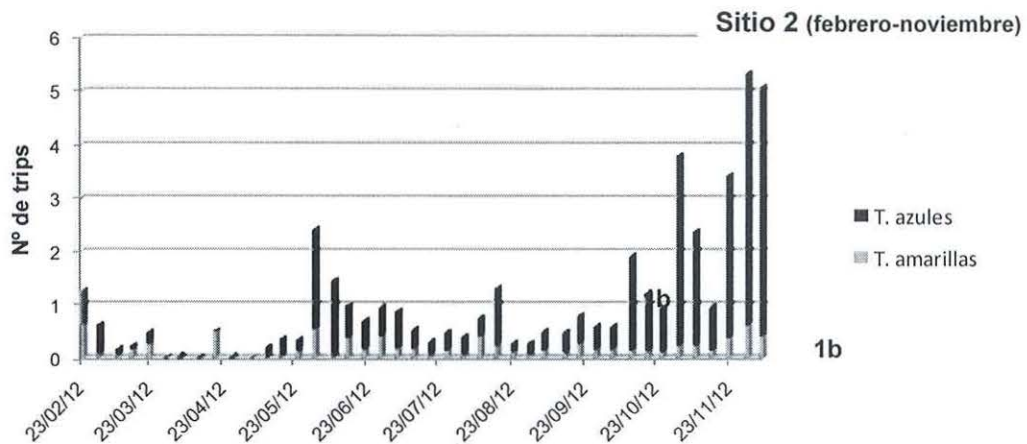
Sitio 1, sin mallas.		Sitio 2, con mallas.	
Trampas	Nº trips	Trampas	Nº trips
amarilla	19	amarilla	0
azul	5	azul	0

En el sitio 1, que no utilizó malla en el almaciguero, hubo presencia de trips, aunque no sabemos si estos eran o no portadores del virus.

b) Captura de trips durante la fase de cultivo.

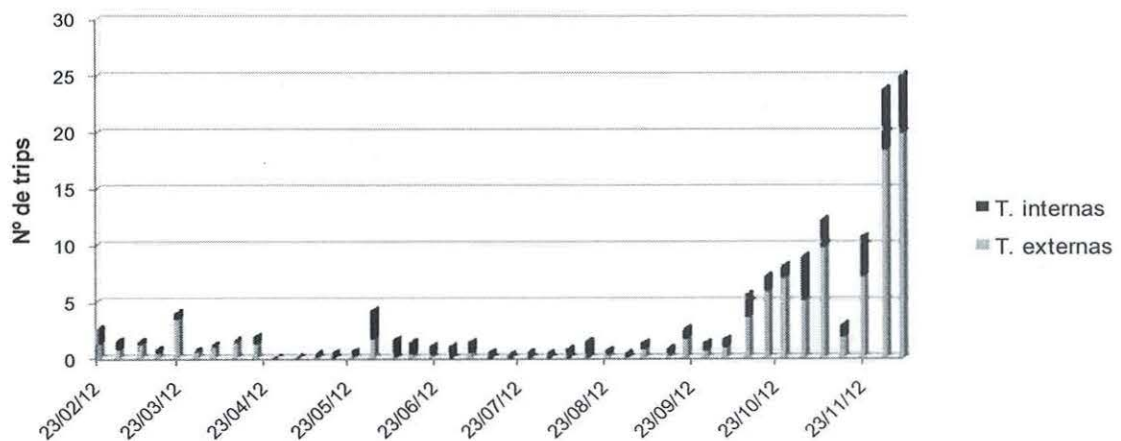


**Fig. 1a.** Número de trips capturados por trampa y por día en el sitio 1.

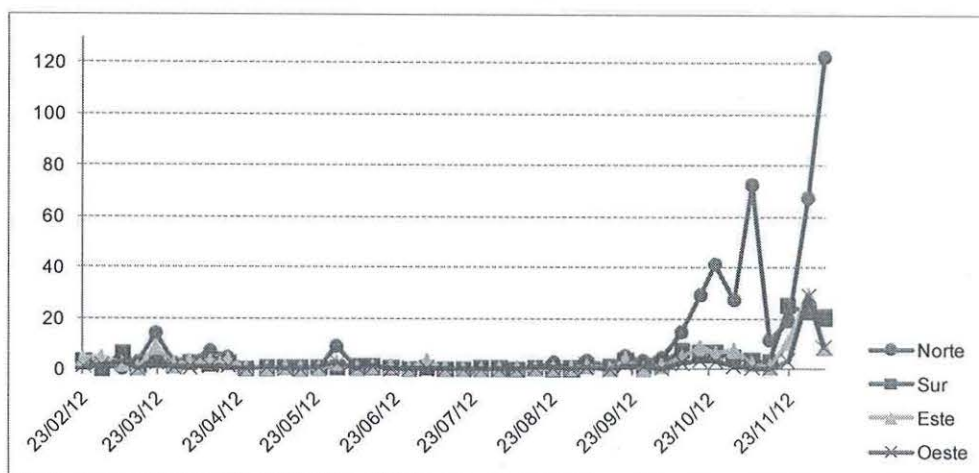


**Fig. 1b.** Número de trips capturados por trampa y por día en el sitio 2.

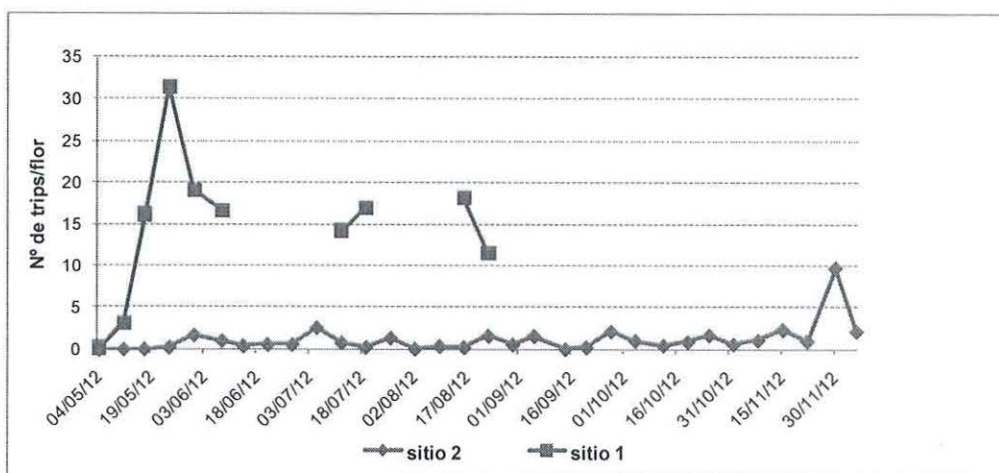
En cuanto a la captura de trips hubo una diferencia abismal entre un sitio y otro (Fig. 1a y 1b). En ambos sitios durante el primer mes del cultivo las poblaciones fueron bajas, capturando uno o menos de un trips por trampa y por día. A fines de mayo la población del vector se incrementó en ambos sitios, pero mientras en el sitio 2 hubo control, en el sitio 1 aumentó considerablemente el nivel de trips llegando a capturar entre 40 y 60 trips/trampa/día (en junio). En el sitio 2 se capturó un máximo de 5 trips por día a fines de ciclo del cultivo (noviembre), durante toda la temporada se capturaron más trips en las trampas externas al invernadero (Fig.2) y en la dirección norte del mismo (Fig.3), área sin cultivos, cabe destacar que este invernadero presentaba una malla negra en todas sus paredes laterales, que seguramente opuso algún tipo de resistencia para la entrada del vector con los vientos. En el sitio 1 los trips también ingresaron por el lateral norte del invernáculo, desde un cultivo de morrón lindero, pero luego se reprodujeron en el interior del invernadero y por ello las trampas internas mostraban altas capturas con respecto a las trampas externas. En cuanto a la presencia de trips en flores, en el sitio 1 a partir de mayo se contabilizaron más de 15 trips/flor, mientras en el sitio 2 generalmente se observaron menos de 2 trips/flor (Fig.4). Esta situación, evidentemente denota fallas en el monitoreo y/o control del vector en el sitio 1.



**Fig.2.** Número de trips capturados por día en el exterior e interior del invernadero, sitio 2.



**Fig.3.** Número de trips capturados en el exterior del invernadero según orientación cardinal de las trampas, sitio 2.



**Fig.4.** Número de trips/flor en los sitios 1 y 2.

Los cortes en el gráfico rojo pertenecen a períodos con ausencia de flores.

## 2- Condiciones ambientales.

El factor ambiental más importante con respecto a esta virosis es la temperatura, pues no solamente incide en el desarrollo del vector, acelerando o no su ciclo, sino que además puede interferir con la efectividad del gen de resistencia (tsw), ya que éste quedaría inactivo si la temperatura supera los 30°C. Los almácigos se realizaron en la segunda quincena de enero y los trasplantes en la segunda quincena de febrero. La temperatura promedio registrada en ese periodo y durante el primer mes post-trasplante estuvo entre 25 y 30°C (Fig. 5 y 6); siendo 7-10°C superior en sitios con malla con respecto a uno sin malla. Se registraron temperaturas superiores a 32°C por periodos diarios de 7 a 11 horas, y dentro de ese lapso, por 4 a 6 horas las plantas estuvieron sometidas a más de 40°. Estos serían periodos críticos para la efectividad del gen de resistencia. En cuanto a la relación temperatura-población del vector (Fig. 7) observamos que los trips se multiplicaron muy bien con temperaturas promedio



cercanos a los 15°C, registrados en junio, rasgo preocupante pues los periodos de inactividad de este insecto serían muy cortos en nuestras condiciones.

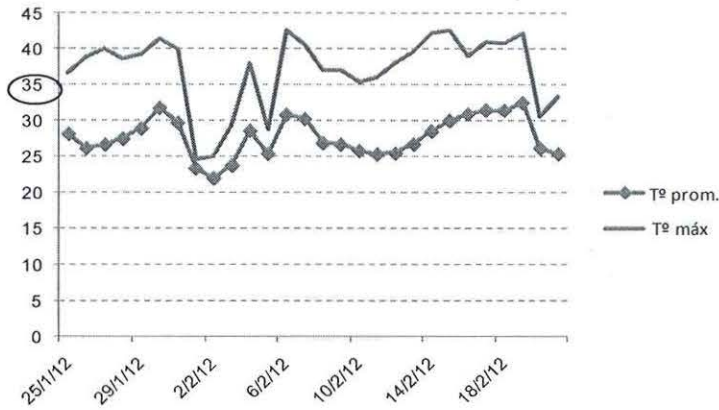


Fig.5. Temperatura (°C) registrada durante la fase de almácigo.

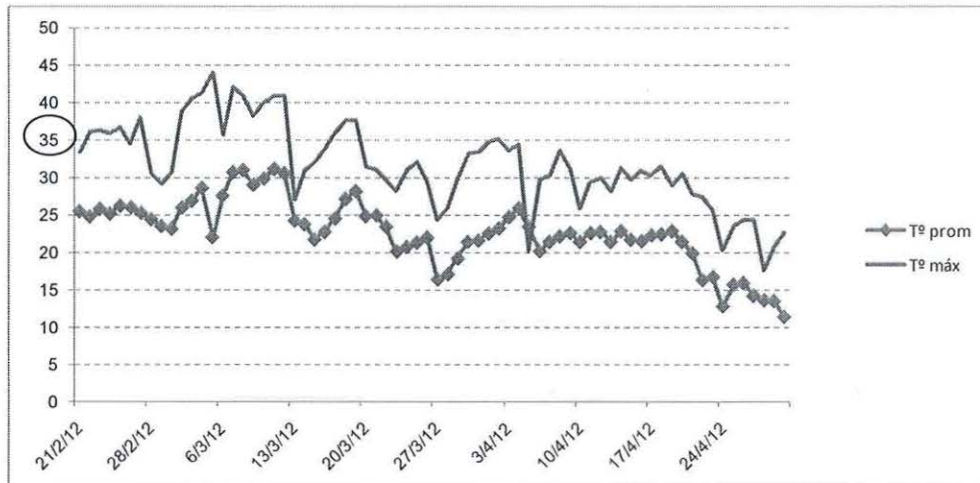


Fig.6. Temperatura (°C) registrada post-transplante.

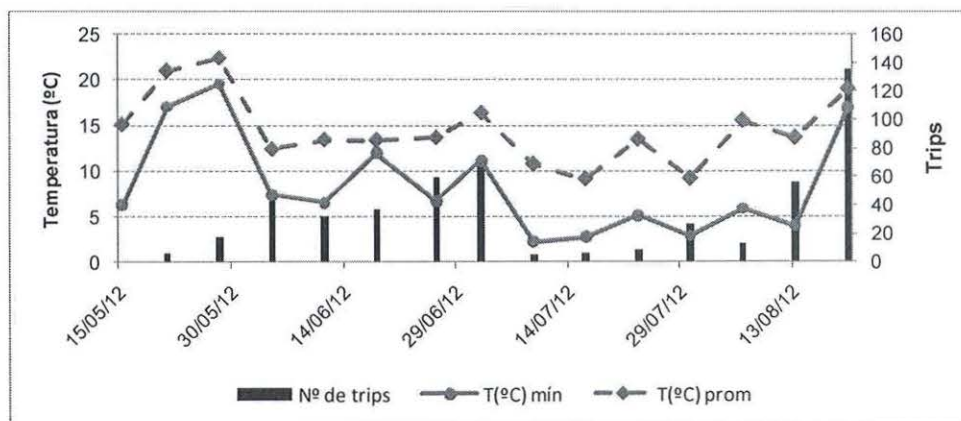


Fig. 7. Relación entre la población de trips y la temperatura.

### 3- Presencia de plantas con síntomas de peste negra

En el sitio1, las plantas afectadas por este virus aparecieron a la semana del trasplante en el cultivo del productor (variedad con gen de resistencia) y en una parcela de una variedad susceptible, a pesar de la baja población de trips. Hubo replantes durante todo marzo, los últimos replantes siempre manifestaron el virus. A fines de mayo, comenzaron los síntomas en una planta del cultivar resistente y en plantas del productor, un mes más tarde (junio) hay una sintomatología asociada pero no típica a este virus, en forma bastante generalizada, que luego fue confirmada por serología como perteneciente al género *Tospovirus*. En dicho periodo la población de trips tuvo un aumento considerable, contribuyendo a la dispersión del virus en el cultivo. A mediados de agosto entre 30 y 40% de las plantas manifestaban la sintomatología típica hasta en la fruta y el cultivo fue levantado a fines de ese mes con un 100% de afección. El sitio 2, en cambio, solo presento algunas plantas enfermas a fines de octubre en el lateral norte del invernadero, en el cultivo del productor.

### 4- Efectividad del gen de resistencia Tsw.

No hubo diferencias estadísticas significativas en el comportamiento frente al virus de variedades portadoras del gen de resistencia (tabla1).

Tabla 1. Porcentaje de plantas con virus en las diferentes variedades

Variedad	Parcela				Promedio
	1	2	3	4	
1-SS	20	17.5	43	36	29.1
2-SS	22	56	44	50	43
3-RR	12.5	27	60	57	39.1
4-RR	11	0	55	46	28

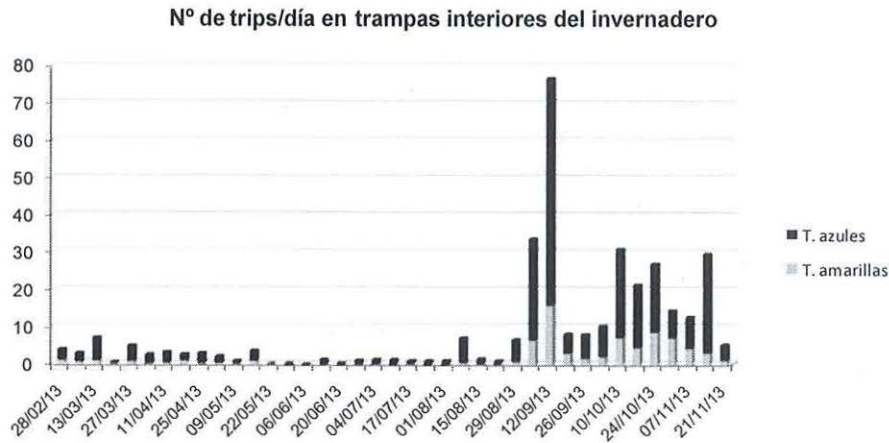
### 5- Especies de Tospovirus

Las muestras analizadas mediante la técnicas serológicas fueron positivas para las especies TSWV y GRSV.

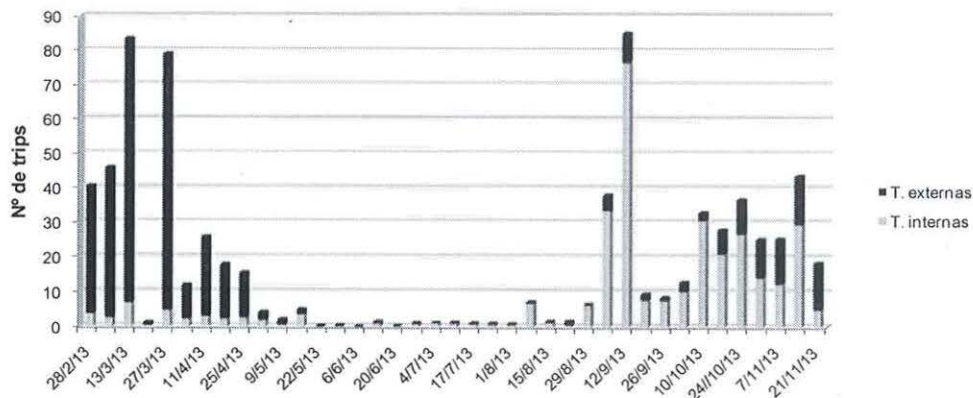
## Temporada 2013

### 1) Población del vector

#### a) Captura de trips en el cultivo.



**Fig. 8.** Número de trips capturados por trampa y por día en el interior del invernadero.



**Fig.9.** Número de trips capturados por día en trampas internas y externas del invernadero.

Durante el primer mes del cultivo la población del vector fue alta, las trampas internas capturaron entre 4 y 7 trips/día (Fig.8), mientras que las trampas externas capturaban entre 37 y 76 trips/día (Fig.9), siendo la trampa colocada al norte la que presentaba mayor captura. Durante los meses invernales la población fue baja y se incrementó, dentro del invernadero, hacia fines de agosto, indicando las capturas que los trips se reproducían en el interior del invernadero (las trampas internas capturaban entre 30 y 70 trips/día y las exteriores capturaban menos de 10 trips). El número de trips/flor fue alto durante toda la primavera, contabilizando entre 10 y 30 trips/ flor (Fig. 10).

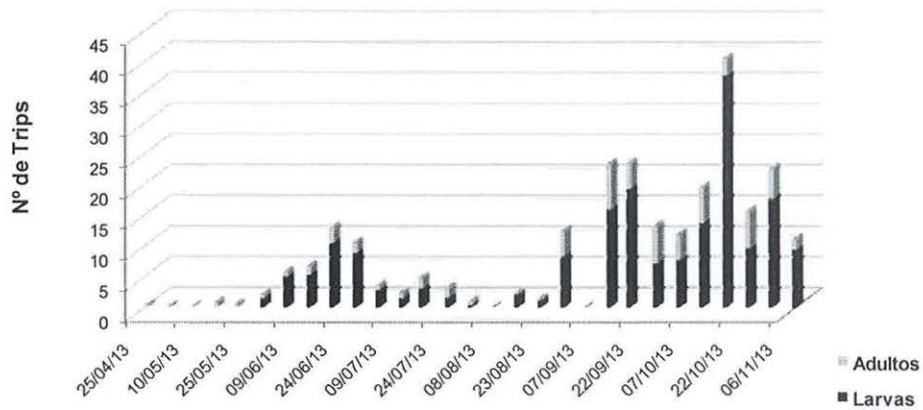


Fig.10. Número de trips por flor.

## 2- Presencia de plantas con síntomas de peste negra

En junio se observó la primera planta con virus en el invernáculo, en el cultivo del productor, en torno a la trampa 2 (parcela 2). Luego, a mediados de setiembre, 15 días después del primer pico de trips a la salida del invierno, se observaron plantas con hojas acucharadas, nervaduras engrosadas y algunos mosaicos, las mismas se concentraban en el sur del invernadero. Los síntomas fueron luego corroborados mediante análisis moleculares como pertenecientes al virus. La sintomatología más típica del virus ocurrió a mediados de octubre y para fines de ese mes un alto porcentaje de plantas (80% aproximadamente) presentaba los síntomas claros (Fig.11 y 12).

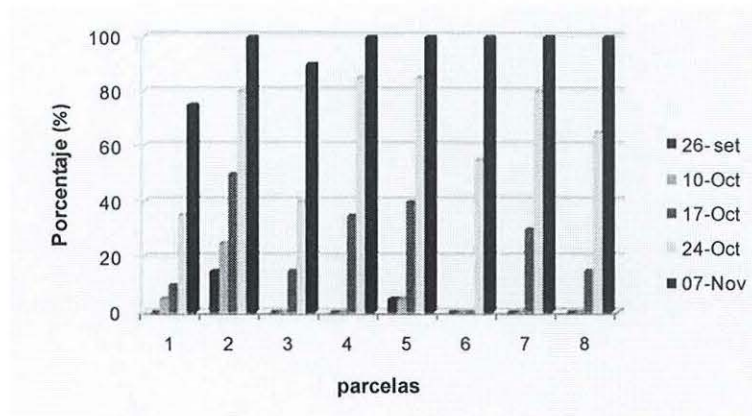


Fig.11. Evolución del porcentaje de plantas con virus en las distintas parcelas.

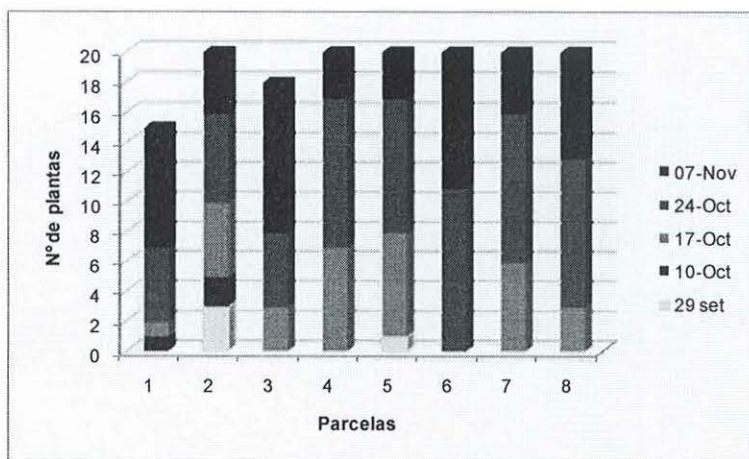


Fig.12. Número de plantas con virus acumuladas en las sucesivas fechas de muestreo para las distintas parcelas.

### 3- Efectividad del gen de resistencia Tsw.

No hubo diferencias entre una variedad susceptible y una resistente (Fig.13). Se observaron los síntomas típicos del virus en variedades de pimiento con el gen Tsw (ej. Troyano).

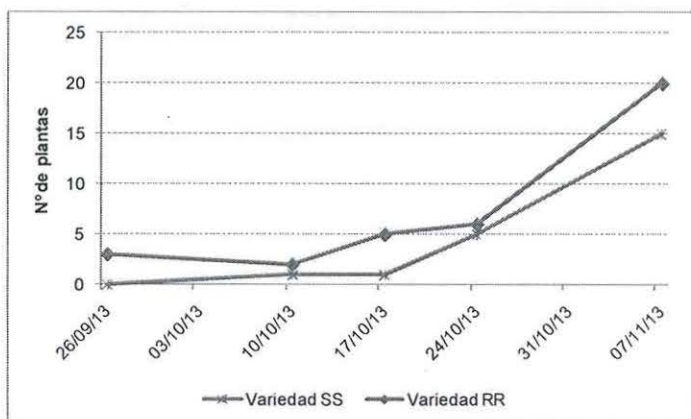


Fig.13. Evolución del número de plantas con virus en un cultivar susceptible y uno resistente.

### 4- Especies de Tospovirus

Las muestras analizadas mediante la técnicas moleculares fueron positivas para las especies TSWV y GRSV.

### 5- Malezas portadoras de Tospovirus

Durante ambas temporadas se ha hecho prospecciones en malezas, buscando plantas sintomáticas, pero solo hemos confirmado la presencia del virus por métodos moleculares en *Solanum americanum* (naranjillo). En un trabajo realizado por Maeso, et al., 2013, en la zona sur del país se destacó como huéspedes de *Tospovirus* a la correhuela, revientacaballos, pasto papa, cerraja, verdolaga, el yuyo colorado, el cardo

negro, gambarusa, falsa ortiga, malva cimarrona, el senecio, *Solanum ptycanthum*, y el quiebra arados.

### Consideraciones finales

- Los predios con alta incidencia y severidad de esta virosis, estarían asociados a sitios con importante sucesión y variabilidad de cultivos, y que registran altas poblaciones de trips.
- En estas condiciones, almacigueros sin mallas, pueden conducir a un alto porcentaje de plantines infectados y por lo tanto a un alto número de replantes, como ocurrió en el sitio 1.
- Otra característica de estos sitios es que presentan altas capturas de trips en las trampas internas del invernadero, indicando esto que el insecto se está reproduciendo allí y que no hay ingreso desde el exterior, esto denota fallas en el monitoreo y/o control del vector. Es de tener en cuenta que en condiciones favorables una población de trips puede duplicarse en pocos días, pues los adultos tienen alta longevidad y fecundidad.
- Entre 15-20 días luego de un importante pico de trips (30 trips/trampa/día), se registró un alto número de plantas sintomáticas. Los síntomas pueden variar y no ser los más típicos, pero luego evolucionan a la sintomatología asociada con este virus. Los picos de trips han permanecido por al menos 1 mes y las plantas afectadas no fueron retiradas, esto provocó una rápida dispersión del virus y los cultivos en 1 o 2 meses estaban totalmente afectados.
- En los sitios de baja incidencia del virus, las plantas afectadas aparecen a fin de ciclo del cultivo, por lo que no se reciente su productividad. En ellos la población de trips permanece baja durante toda la temporada (1 trips/trampa/día).
- Almacigos y trasplantes se realizan en el verano, donde por varias horas se superan los 30°C, por lo que el gen de resistencia podría quedar inactivo.
- Se observaron síntomas típicos del virus en variedades de pimiento con el gen Tsw (ej. Troyano y Yatasto).
- Se han detectado las especies GRSV y TSWV, por lo tanto es esperable que el gen de resistencia no funcione totalmente.
- Malezas habituales de los invernaderos son portadoras del virus, es importante tener en cuenta su presencia en los distintos momentos del año pues son el reservorio del virus y pueden servir como fuente de inóculo al comienzo del cultivo.

En conclusión, hay predios o zonas sin "vacío sanitario", hay malezas portadoras del virus que posibilitan cerrar el ciclo, por lo tanto el virus y el vector se propagan en forma continua a lo largo del año. No hay disponible en el país cultivares con una

resistencia fuerte y estable para las especies de *Tospovirus* presentes. Hay fallas en el monitoreo y/o control del vector. Consideramos que actualmente, el punto crítico para mejorar el manejo de la enfermedad es el control del vector, es imprescindible realizar un buen monitoreo y mantener baja sus poblaciones, pero también es importante erradicar del invernadero y su entorno malezas y plantas sintomáticas.

## **Evaluación de productos de origen químico y biológico para el control de nematodos.**

L., Rubio; J., Amaral.

INIA Salto Grande, Programa Nacional de Horticultura.

### **Introducción.**

El uso intensivo de los invernaderos ha promovido un incremento en la incidencia y severidad de los nematodos (*M. incognita*), tornándose en una problemática de difícil control en algunas áreas de la zona hortícola de Salto. En el intento por obtener una mayor rentabilidad del sistema hortícola, es cada vez más complejo tener el suelo sin producir, por lo que se hace difícil cortar el ciclo de vida de esta plaga, ya que la mayoría de los cultivos utilizados son sus hospederos.

Sí bien la solarización y/o incorporación de cultivos como sorgo son prácticas comunes y eficientes para muchos productores de la zona, otros necesitan opciones de desinfección más rápidas. Los tratamientos químicos continúan siendo la herramienta más utilizada para el control de nematodos en el mundo por la rapidez de aplicación y acción; pero los productos más frecuentemente utilizados (fumigantes) son muy agresivos y no solo destruyen nematodos sino que también microorganismos beneficiosos. Además, muchas veces los resultados de control son insuficientes, ya que solo mueren los estadios móviles del nematodo, pues los huevos están protegidos por una masa gelatinosa y los adultos están dentro de la raíz; esto generalmente hace necesario repetir las aplicaciones, lo que podría inducir a generación de poblaciones resistentes. Con el objetivo de generar alternativas de control que permitan bajar las poblaciones de nematodos al momento de trasplante, complementando o no otras prácticas de control como la solarización, se evaluó la eficacia de algunos productos comerciales de origen biológico y químico para el control de nematodos en un cultivo de tomate protegido.

### **Materiales y métodos**

El ensayo se realizó en un invernadero de Inia, durante el año 2013. Se sembró un tomate, variedad Rally (susceptible a nematodos), trasplantado a mediados de marzo, con una distancia entre filas de 1m y entre plantas de 0.25m. El diseño del experimento fue de parcelas al azar, con tres repeticiones. Cada parcela estuvo constituida por 2 canteros de 6.5m cada uno, totalizando 52 plantas. Los tratamientos se detallan en el cuadro 1, la fecha y forma de aplicación en el cuadro 2, las aplicaciones estaban contempladas realizarlas al trasplante, 20 días post-trasplante y 40 días post-trasplante. En cada parcela se sembraron además, 3 plantas de melón, utilizadas como indicadores de la presencia de nematodos durante los primeros 50 días del cultivo.



**Cuadro 1.** Tratamientos, productos y dosis evaluadas.

Tratamiento	Producto (*)	Dosis
1	Testigo	
2	Nemat+Ecotrich	1Kg/ha de cantero
3	Biorend	1lt/100lts de agua
4	Abamectina+Imidacloprid	2lts/ha de cada principio activo
5	Neemat	30grs/planta, 2.5lts/ha

(\*) - Nemat+Ecotrich. Principio activo: *Trichoderma harzianum*, concentración:  $1 \times 10^{10}$  UFC/g, formulación: polvo mojable.

- Neemate: Principio activo: Azadirachtin and other Neem based triterpenoids, formulación: granulado y líquida.

- Biorend: quitosano una activador del sistema inmunológico de las plantas a través del mecanismo SAR (Resistencia Sistémica Adquirida)

**Cuadro 2.** Fecha de aplicación de los distintos tratamientos.

Fecha Aplicación		Nemat+Ecotrich	Biorend	Abamectina+Imidacloprid	Neemat
27/2/13	14d Pre-trasplante*	x			x
13/3/13	Trasplante*	x	x	x	x
04/4/13	22 ddT**		x	x	
18/4/13		x			
26/4/13	44 ddT**		x	x	
06/5/13					x

\* Incorporados al suelo

\*\*aplicados por riego

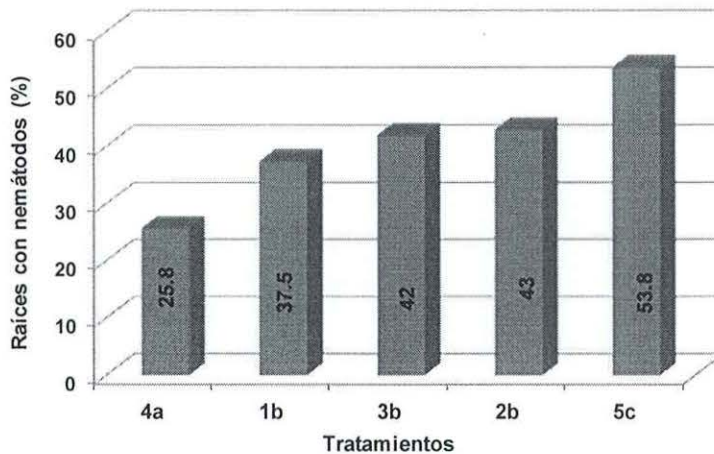
### Evaluaciones.

En los primeros 2 meses del cultivo se evaluó cada 20 días, en una planta de melón por parcela la presencia de nódulos en las raíces. Al finalizar el ciclo del cultivo se evaluó la presencia de nódulos en las raíces de todas las plantas de cada tratamiento según la escala de Brigde y Page (1980).

Los datos se analizaron mediante el procedimiento estadístico Genmod de SAS, el análisis de medias se hizo por Lsmeans.

## Resultados

El tratamiento 4 (Abamectina+Imidacloprid) mostró menor incidencia de nematodos en las raíces y se diferenció significativamente del resto de los tratamientos y del testigo (Fig.1). Los tratamientos 2 y 3 no se diferenciaron del testigo, con aproximadamente un 40% de las plantas afectadas por nematodos, mientras que el tratamiento 5 mostró una alta incidencia de nematodos, que fue, incluso, superior al testigo.



**Fig. 1.** Porcentaje de raíces con presencia de nódulos en los distintos tratamientos (\*).  
 (\*) Tratamientos: 1-Testigo, 2-Nemat+Ecotrich, 3-Biorend, 4-Abamectina+Imidacloprid, 5-Neemat.

Con respecto a la severidad el tratamiento 4 también es el que alcanzó una mejor performance, donde el 80% de las raíces afectadas presentaba escasos nódulos pequeños o algunos nódulos grandes en raíces secundarias (Cuadro 1). Los tratamientos 2 y 3 con mayor incidencia que el tratamiento 4, en severidad no se diferenciaron de este, mostrando más del 70% de las raíces evaluadas con pequeños nódulos. El testigo y el tratamiento 5 tienen más del 40% de las raíces con una alta afección por nemátodos, en ellos se observaban nódulos grandes sobre las raíces principales o, directamente todas las raíces estaban noduladas.

**Cuadro 1.** Grado de severidad (\*) observada en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Grado 1-3	Grado 4-5	Grado 6-10
1- Testigo	54.9 b	1.5	43.6 c
2- Nemat+Ecotrich	74.6 a	8.4	17 ab
3- Biorend	72.3 a	2.7	25 b
4- Abamectina+Imidacloprid	80.7 a	12.1	7.2 a
5- Neemate	48.7 b	9.5	41.8 c

(\*) Grado1-3: nódulos escasos y pequeños y/o algún nódulo grande.

Grado 4-5: predominan nódulos grandes en buena parte de las raíces.

Grado 6-10: la mayoría o todas las raíces principales están noduladas.

## Conclusiones

- Los tratamientos: 2-Nemat+Ecotrich, 3-Biorend y 4-Abamectina+Imidacloprid tuvieron efecto sobre los nematodos. Los tratamientos 2 y 3 si bien no se diferenciaron estadísticamente del testigo en cuanto a incidencia (40% de plantas afectadas), sí se diferenciaron de este en lo que respecta a severidad.
- El tratamiento 4 (Abamectina+Imidacloprid) fue el mejor en cuanto a control y severidad y resulta un tratamiento promisorio para ciertas ocasiones. La abamectina tiene efecto nematocida y su uso en el suelo fue evaluado en varios cultivos. Su empleo se promueve porque reduce la aplicación de otros nematocidas más agresivos (carbamatos y fosforados).
- El tratamiento 5, no tuvo todas las aplicaciones en los momentos correctos y eso puede haber incidido en su baja performance, esto ocurrió porque su formulación no lo hacía práctico para aplicar y hubo que esperar una formulación líquida. Además, el mes de abril fue cálido y esto puede haber favorecido el aumento de las poblaciones de nematodos en esas parcelas.
- Estos tratamientos pueden complementar otras medidas de manejo y de esa forma mejorar el control.

## Aportes experimentales al manejo integrado del cancro bacteriano del tomate

Diego C. Maeso  
INIA Las Brujas

### Introducción

La enfermedad conocida como “cancro bacteriano del tomate” causada por el actinomiceto *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) es un problema sanitario importante del cultivo en Uruguay tanto a campo como en invernadero.

Los primeros síntomas observados son el decaimiento y marchitamiento de las hojas basales de algunas plantas, generalmente en una mitad de la planta o incluso de una hoja. Un aspecto distintivo es que éstas no se desprenden de la planta quedando adheridas aún después de morir. El marchitamiento progresa hacia el ápice y eventualmente pueden aparecer canchros o sea lesiones en tallos y pecíolos que se rajan lo cual ha dado el nombre a la enfermedad.

Al cortar los tallos o pecíolos, éstos presentan decoloración de los vasos que al progresar toman color marrón degradando hasta la médula. Según sea el punto inicial de la infección de la planta la región afectada puede limitarse solo a las axilas o sectores de tallos o expandirse a toda la planta. Si se cortan sectores transversales de tallos o pecíolos afectados y se sumergen en agua limpia (dejando una parte fuera del agua) es posible ver un flujo bacteriano blanco saliendo de éstos. Este flujo es menos copioso y de color más tenue al producido por otras enfermedades bacterianas (murchera).

Las plantas afectadas pueden marchitar rápidamente o lentamente dependiendo del momento de la infección y las condiciones ambientales. Generalmente si las plantas fueron infectadas en sus primeras etapas de vida y la temperatura no es muy alta la muerte es rápida. La evolución del marchitamiento de plantas infectadas en su etapa adulta dependerá de la concentración bacteriana que éstas alcancen lo cual es variable.

En el ciclo de la enfermedad se pueden diferenciar dos tipos de infección: sistémica y secundaria. La infección sistémica proviene de la semilla, de suelo, agua de riego o heridas provocadas en las labores y en ella el patógeno llega a niveles altos en el interior de la planta (tejidos vasculares) provocando grandes pérdidas en el cultivo por marchitamiento. La infección secundaria es provocada por el salpicado con bacterias existentes en el exterior de plantas enfermas por el agua de lluvia o de riego aéreo. Ésta produce lesiones necróticas o manchas generalmente en los márgenes de los folíolos y una lesión muy característica en los frutos denominada “mancha en ojo de pájaro”. Tal como lo dice su nombre se tratan de manchas redondas de 3-4 mm de diámetro de bordes claros y centro levantado más oscuro similar a un ojo. Generalmente la infección secundaria se registra en cultivos a campo y no tiene mayor importancia económica.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente el agente causal (Cmm) puede permanecer en las semillas, en el suelo o restos vegetales, en elementos de entutoramiento (cañas, rafia), y a partir de allí diseminarse en un cultivo a través del agua de riego y heridas provocadas en desbrotes y deshojes.

Por el momento no se ha logrado un control eficiente de esta enfermedad ya que combina dos características importantes: la capacidad de supervivencia del patógeno y su facilidad de diseminación. A nivel de producción es común el uso de numerosas medidas con resultados limitados.

Desde el 2006 se llevan a cabo trabajos experimentales en INIA Las Brujas tendientes a estudiar distintos aspectos de esta enfermedad y el efecto de diferentes

medidas de forma de obtener información que pueda ser utilizada en su manejo integrado. La presente publicación tiene como objetivo divulgar la información obtenida hasta el momento contribuyendo con productores y técnicos en el manejo de ésta importante enfermedad.

### Experimentos sobre desinfección de semillas

Tal como se mencionó, el uso de semillas infectadas es uno de los mecanismos más importantes para la diseminación de la enfermedad ya que le permite el transporte a grandes distancias. Ha sido comprobado que basta una semilla infectada en 10000 para desarrollar ataques devastadores. A pesar que normalmente las compañías semilleras realizan la desinfección en origen el hecho que la producción se lleva a cabo en zonas donde la enfermedad es endémica ha contribuido a la amplia distribución de la enfermedad. La ausencia de métodos de análisis no destructivos que permitan niveles de detección tan bajos como los requeridos para evitar epidemias justifica la realización de una desinfección adicional previa a la siembra.

Se han descrito numerosos métodos para la desinfección de semillas de tomate contra Cmm, entre ellos hemos evaluado experimentalmente la desinfección mediante hipoclorito de sodio (método recomendado en producción integrada) y mediante termoterapia. Para ello se colectaron semillas provenientes de plantas con la enfermedad a las cuales previo a su siembra se les aplicaron los siguientes tratamientos: 1) inmersión en hipoclorito de sodio 1% de cloro activo (una parte de solución de lavandina comercial en tres de agua) por un minuto y luego abundante enjuague en agua corriente, 2) baño en agua a 50°C por 25 minutos, 3) ídem a 2) pero con una inmersión previa de acondicionamiento de 10 minutos en agua a 37°C, y 4) testigo sin tratar.

Luego de los tratamientos las semillas fueron sembradas (aproximadamente 500 semillas de cada tratamiento) y se evaluó el porcentaje de germinación, el largo de brotes y la efectividad en la desinfección. Ésta fue estimada mediante: aislamiento en medio de cultivo, reacción de gram, reacción de hipersensibilidad en *Mirabilis jalapa* (Don Diego de la noche), y serología. En los cuadros 1 y 2 se presentan los resultados obtenidos.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos de desinfección sobre la germinación y vigor de las plántulas.

Tratamiento	Semilla de plantas con cancro.		Semilla comercial de Loica
	% Germinación	Altura (cm)	% Germinación
1. Sin tratamiento.	75	1.63	99
2. Agua 50°C 25'	71	1.31	91
3. Idem a 2 + previo 10' 37°C.	70	1.39	99
4. Hipoclorito Na 1% cloro activo, 1'	68	1.53	100

Cuadro 2. Porcentaje de plantas con detección de Cmm en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Detección de Cmm por ELISA %	Número de plantines evaluados
1. Sin tratamiento.	8	579
2. Agua 50°C 25'	2	549
3. Idem a 2 + previo 10' 37°C.	1,3	538
4. Hipoclorito Na 1% cloro activo, 1 minuto	1,8	553

Como se puede observar el porcentaje de plantines infectados al usar semilla proveniente de plantas enfermas fue 8% lográndose una disminución a 1-2% mediante los tratamientos de desinfección. Estos porcentajes epidemiológicamente aún son muy altos pero debemos tener en cuenta que esta situación difícilmente ocurra en la realidad (recolección de semillas de plantas enfermas).

Entre los métodos evaluados por su facilidad y efectividad se recomendaría la desinfección con hipoclorito de sodio.

### Experimentos sobre la permanencia en suelo y restos vegetales

#### 1) Efecto de la rotación con maíz dulce en el desarrollo de ataques de cancro bacteriano.

Entre las medidas que normalmente se recomiendan ante la ocurrencia de cancro bacteriano es el no cultivo con tomate o pimiento (huéspedes naturales de Cmm) y la plantación de gramíneas. Una opción interesante para productores del sur a campo es el cultivo de maíz dulce. Con el objetivo de evaluar su efecto en el desarrollo de posteriores ataques de cancro se compararon tres alternativas en un sector del campo experimental de INIA Las Brujas con antecedentes de la enfermedad. Durante el período 2007-2009 se evaluó la plantación de: 1) tomate tres temporadas seguidas, 2) maíz y dos temporadas de tomate y 3) maíz dos temporadas y luego tomate. Los tratamientos se colocaron en tres sectores de forma que no fueran afectados por el escurrimiento superficial de agua. Se evaluó la incidencia (% de plantas con la enfermedad) y la severidad (intensidad del ataque) de la enfermedad. Todos los cultivos de tomate aún luego de dos temporadas con maíz desarrollaron la enfermedad, un poco más tardíamente pero con resultados finales similares haciendo sospechar de la capacidad del patógeno de sobrevivir en el suelo o restos vegetales por períodos más prolongados que los evaluados.

#### 2) Experimentos en maceta para determinar la supervivencia en suelo y/o restos vegetales.

Con la finalidad de comprobar lo observado a campo en el experimento con rotaciones y extender el período un año más se realizaron ensayos en macetas en invernáculo con temperatura controlada en los cuales se compararon los siguientes tratamientos consistentes en el agregado a macetas con suelo autoclavado de 20 g (equivalente a una celda de almáciga) de:

- suelo proveniente de un cultivo con cancro bacteriano conservado en laboratorio,
- suelo proveniente de un cultivo con cancro con el agregado de un sector de tallo de planta afectada ambos conservados en condiciones de campo,

- c) suelo autoclavado con el agregado de un sector de tallo de planta afectada conservado en condiciones de campo y  
 d) suelo autoclavado.

Los experimentos se realizaron a los 365, 575, 741 y 1008 días después de la recolección del suelo y los restos vegetales y cada tratamiento constaba de 100 macetas.

En la gráfica 1 se muestra la evolución de los porcentajes de plantas con síntomas vasculares y detección de Cmm en el período. Como se puede observar aún después de conservar las fuentes de inóculo casi tres años (1008 d) aproximadamente en el 5% de las plantas cultivadas en macetas con suelo y/o rastrojos se detectó el patógeno. Basándonos en datos de otros autores este porcentaje es capaz de desarrollar ataques de magnitud lo cual podría explicar lo observado en el experimento anterior en condiciones de campo. Por esa razón las rotaciones deberían ser prolongadas por períodos superiores a los tres años.

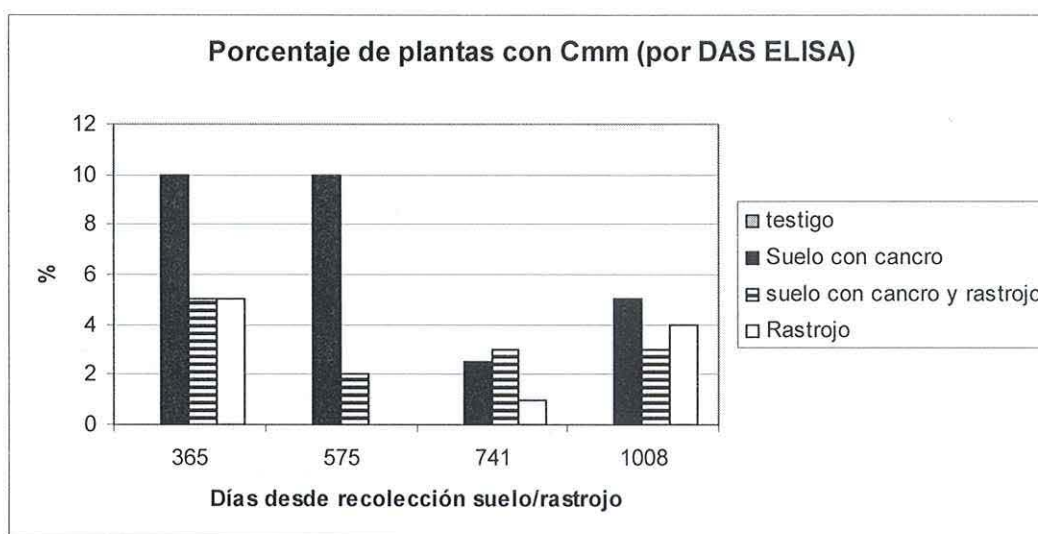


Figura 1. Porcentaje de plantas en las que se detecta Cmm por serología luego de determinados días de conservación de la fuente de inóculo.

### Experimentos para determinar la permanencia del patógeno en elementos de entutorado

Otra fuente importante de permanencia entre temporadas de Cmm según la bibliografía son los elementos de entutorado (rafia, cañas, etc.) y demás inertes. Es muy común que los productores re-utilicen este tipo de elementos aún si provienen de cultivos afectados de cancro, lo cual aumenta el riesgo de diseminación de la enfermedad.

Para determinar la capacidad de permanencia en rafias y caña de castilla se sumergieron trocitos de estos materiales en una solución de Cmm ( $1 \times 10^8$  UFC) por dos horas. Se dejaron secar y se conservaron en condiciones estériles. Periódicamente (a los 0, 1, 7, 14, 30, 60, 90, 180, 240 y 365) se plaquearon 50 de ellos en medio de cultivo para verificar si desarrollaban colonias de Cmm (identidad verificada por morfología de colonia y serología). Tal como se muestra en la figura 2 Cmm pudo permanecer por un año en el 60% de los trozos de rafia conservados y menos de 7 días en los trozos de caña. Esto es un elemento muy importante a tener en cuenta y los resultados pueden extrapolarse a materiales inertes de características similares usados en el cultivo. Por esa razón es muy recomendable evitar reutilizar estos elementos cuando sea posible o en su defecto desinfectarlos.

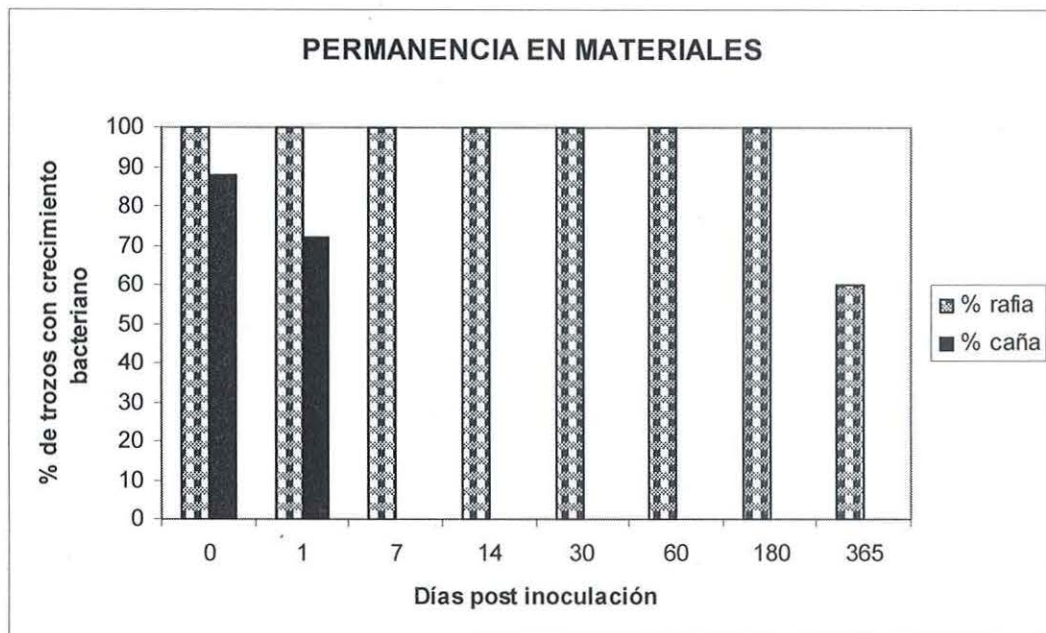


Figura 2. Permanencia de Cmm en rafia y caña de castilla.

### Experimentos sobre transmisión por agua de riego

Otro de los temas estudiados fue la capacidad de este patógeno de ser transmitido por el agua de riego y evaluar las diferentes medidas utilizadas por productores para prevenirla.

#### 1) Evaluación de productos agregados en el riego en condiciones de campo.

En una primera etapa se realizaron trabajos en cultivos de tomate protegidos en los cuales se comparó el efecto del uso de diferentes productos en el agua del riego por goteo en el desarrollo de la enfermedad. Los ensayos se hicieron en suelo con historia de la enfermedad en cada parcela se incluyeron en su cabecera plantas afectadas con cancro.

Para ello se diseñó un sistema de riego por goteo portátil que permitiera realizar el experimento con diseño estadístico. Se compararon los siguientes productos agregados en el agua de riego:

- 1) Permanganato de potasio (0,12 g/planta)
- 2) Solución de Yodo jabonosa Perrin (2 cc/planta)
- 3) Sulfato de cobre (0,2 g/planta)
- 4) EM (microorganismos efectivos) (0,8 cc/planta)

Los experimentos fueron repetidos dos temporadas (2006 y 2007) y se evaluó periódicamente la evolución de la incidencia y severidad de la enfermedad. Ninguno de los tratamientos logró detener la enfermedad en ambas temporadas mostrando solamente algún efecto de retardo del ataque en etapas tempranas principalmente en aquellas parcelas con bajo porcentaje de plantas enfermas. En esa situación se destaca el efecto de las aplicaciones de EM.

#### 3) Evaluación de productos agregados en el riego en condiciones de maceta e *in vitro*.

De forma de evaluar esos productos en condiciones de infección controlada se diseñó un sistema mediante el cual las plantas en macetas situadas en un plano



inferior recibían el excedente del agua de riego de macetas con plantas inoculadas a las cuales se les agregaba el tratamiento a evaluar. En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en los experimentos en 2009. Como se puede observar, la aplicación del riego con productos no impidió el desarrollo de la enfermedad en las plantas inoculadas (superiores) pero sí disminuyó el desarrollo de síntomas vasculares en las plantas inferiores.

Cuadro 3. Detección de Cmm por serología y presencia de lesiones en vasos en plantas regadas con los productos evaluados. La planta superior fue inoculada con Cmm y la inferior recibió el agua de escurrimiento del riego de la superior.

Tratamiento	Detección de Cmm por ELISA en plantas superiores	Detección de Cmm por ELISA en plantas inferiores	% Lesiones en vasos	
			Plantas superiores	Plantas inferiores
1. Testigo sin inocular.	0	0	0	0
2. Testigo inoculado.	100	100	100	92
3. Solución de iodo.	100	83	100	58
4. KMnO <sub>4</sub> .	100	75	100	67
5. Sulfato de cobre.	91	92	100	67

Para complementar la información se probó el efecto de estos productos con el patógeno *in vitro*. Para ello a una solución del patógeno de concentración conocida ( $10^8$  unidades formadoras de colonia/ml) se le agregaron los productos a la misma concentración utilizada en los experimentos a campo y en maceta y luego de dos horas esa solución fue plaqueada en medio de cultivo. A las 48 horas se evaluó el efecto de los tratamientos sobre el desarrollo de Cmm. Todos ellos tuvieron un control superior al 90% frente al testigo sin tratar confirmando el efecto que tienen estos compuestos sobre Cmm. Sin embargo teniendo en cuenta la capacidad de reproducción del agente ese porcentaje no controlado puede potencialmente desarrollar ataques de importancia.

#### 4) Efecto del volumen de agua de riego en el desarrollo de la enfermedad.

En estos experimentos llevados a cabo durante tres temporadas (2010-2012) en cultivos a campo se buscó comparar tres regimenes de riego en los cuales por riego se aplicaba 50, 100 y 150% del agua necesaria al cultivo partiendo de la hipótesis que el exceso de agua favorecería el desarrollo de la enfermedad. El volumen de agua necesaria se calculó de acuerdo la evapotranspiración diaria estimada, Penman y Monteih y a las características del sistema de riego utilizado.

Del análisis de los resultados de las tres temporadas se encontró una tendencia a tener una disminución en el porcentaje de plantas afectadas temprano en la estación (11 contra 25-30%) y en el porcentaje de plantas con deterioro en el sistema vascular al final del ciclo (64 contra 73-81%).

### Experimentos sobre aplicaciones foliares para el control de la enfermedad

Durante tres temporadas (2012-2014) se compararon productos existentes en el mercado que algunos productores aplican al follaje para el control del cancro bacteriano en cultivos a campo. En nuestro caso las aplicaciones fueron semanales comenzando a las dos semanas del trasplante (preventivamente). En el cuadro 4 se muestran los tratamientos evaluados con sus características.

Cuadro 4. Tratamientos evaluados en los experimentos 2012-2014.

Nombre Comercial	Principio Activo	Dosis/100 l	Modo de acción
1. Bion 500 WG	Acibenzolar S metil	5 g	Inductor de resistencia
2. Afital Cobre	Anhídrido fosfórico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ): 25 % Cobre (Cu): 5%	250 cc	Inductor de resistencia
3. Biorend Cobre	Quitosano y Sulfato de Cobre Penta hidratado	150 cc	Inductor de resistencia
4. EM	Microorganismos efectivos	2 l	Biológico
5. Kop-hidróxido	Hidróxido de cobre	300 g	Bactericida
6. Testigo sin tratar.			

Solamente en la temporada 2013 se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de plantas afectadas en etapas iniciales del cultivo destacándose los tratamientos a base de Biorend Cobre, Bion y Kop-hidróxido.

En el cuadro 5 se muestran los efectos sobre la severidad de la enfermedad en las tres temporadas destacándose los tratamientos a base de Afital cobre, Biorend cobre, y Kop- hidróxido.

Cuadro 5. Efecto sobre la severidad de la enfermedad.

Tratamiento	ADCPE <sup>1</sup> 2012	ADCPE 2013	ADCPE 2014
1. Bion 500 WG	165ab	982ab	144a
2. Afital Cobre	130a	1535b	153ab
3. Biorend Cobre	122a	715a	145a
4. EM	198bc	1599b	162c
5. Kop-hidróxido	138ab	1119ab	139a
6. Testigo sin tratar.	222c	1727b	163c
Coef. de variación (%)	14	37	4.3

<sup>1</sup>ADCPE: área debajo de la curva de progreso de la enfermedad, resume el desarrollo de las evaluaciones de severidad durante toda la temporada.

### Experimentos sobre la desinfección de herramientas de corte.

Otro de los aspectos estudiados ha sido el uso de desinfectantes de herramientas de corte dado que uno de los mecanismos importantes de diseminación de esta enfermedad una vez instalada en un cultivo lo constituyen las labores de deshoje y desbrote realizadas con tijeras o cuchillos. Mediante este procedimiento la herramienta lleva al patógeno desde una planta enferma al resto del cultivo.

Se realizaron dos tipos de experimentos en los cuales se compararon los siguientes tratamientos para la desinfección de tijeras:

- 1) Testigo sin inoculación
- 2) Testigo sin desinfección
- 3) Solución de hipoclorito de sodio (1% de cloro activo)
- 4) Virkon S (Monopersulfato potásico (sal triple) solución al 1%)
- 5) Desinfectante a base de yodo Perrin solución al 0.15%
- 6) Sporekill (compuesto de amonio cuaternario) solución al 1%

Los tratamientos constaban de seis repeticiones con cinco plantas cada una.

En el primero de ellos las tijeras fueron sumergidas en una solución de Cmm ( $10^8$  ufc), luego sometidas a los tratamientos para posteriormente realizar el corte de plantas sanas en macetas. Las plantas inoculadas se mantuvieron en cámara húmeda por 48 horas y luego en invernáculo con temperatura controlada (23-26°C).

En el segundo experimento el procedimiento fue similar con la diferencia que las tijeras fueron contaminadas de Cmm cortando plantas enfermas (testigo sin tratar del primer experimento).

Se evaluó el estado de los vasos, síntomas externos y la detección de Cmm por serología.

En el cuadro 6 se muestran los resultados del primer experimento y en el cuadro 7 los correspondientes al segundo. Como se puede observar la solución a base de yodo no fue efectiva para la desinfección de las tijeras.

Cuadro 6. Resultados del experimento con inoculación a partir de solución bacteriana

Tratamiento	Síntomas		Detección de Cmm por DAS-ELISA
	Externos 14 dpi	Haces vasculares 42 dpi	
1. Sin inoculación	0a	0 a	0 a
2. Sin desinfección	87c	90d	100c
3. Hipoclorito de Na	0a	3ab	45b
4. Virkon S	57b	17bc	0a
5. Iodo Perrin	100c	97d	100c
6. Sporekill	17b	27c	10a
CV (%)	32	35	30

Cuadro 7. Resultados del experimento con inoculación a partir de plantas enfermas.

Tratamiento	Síntomas		Detección de Cmm por DAS-ELISA 42 dpi
	Externos 14 dpi	Haces vasculares 42 dpi	
1. Sin inoculación	0a	0a	0a
2. Sin desinfección	87c	90d	100d
3. Hipoclorito de Na	0a	3ab	0a
4. Virkon S	23b	17bc	35c
5. Iodo Perrin	100c	97d	100d
6. Sporekill	17b	27c	15b
CV (%)	32	35	22

### Manejo integrado de la enfermedad basado en la información experimental

Luego de casi una década de investigación sobre esta enfermedad podemos concluir que ninguna medida por si sola logra un control adecuado, por lo tanto para lograr un manejo eficiente de esta enfermedad es necesaria la combinación de múltiples medidas combatiéndola en todas sus etapas.

Para ello se recomienda:

- 1) Comenzar partiendo de semillas con garantía sanitaria, desinfectadas en origen y realizar otro proceso de desinfección previo a la siembra. Es importante que se respete rigurosamente el tiempo de desinfección e interrumpirlo inmediatamente una vez finalizado, extenderse puede ocasionar efectos negativos en la capacidad germinativa de la semilla. La desinfección debe hacerse en pequeños lotes con la evaluación de la germinación en pequeñas pruebas de forma de minimizar riesgos. Se deberá contar con un procedimiento adecuado de secado posterior a la desinfección y la siembra no deberá diferirse mucho.
- 2) Buscar un lugar de plantación en el cual no se haya registrado la enfermedad o en su defecto no haya sido cultivado con tomates en por lo menos tres años.
- 3) Eliminar en lo posible restos vegetales de cultivos en los cuales se haya registrado la enfermedad.
- 4) No reutilizar rafias o desinfectarlas con hipoclorito de sodio, Virkon S o Sporekill. El mismo criterio puede extrapolarse a otros materiales u herramientas que estuvieron en contacto con plantas enfermas. En el caso de este tipo de materiales inertes la concentración puede aumentarse mientras el producto no deteriore el material a desinfectar. Para el caso de materiales que estarán en contacto con plantas asegurarse que no han quedado restos excesivos del desinfectante.
- 5) Utilizar sulfato de cobre o EM en el agua de riego por goteo principalmente si se sospecha de la contaminación de fuentes de agua (reservorios que recibieron escurrimiento de cultivos afectados) o existen plantas enfermas en el cultivo. En el caso del sulfato de cobre no es conveniente superar 1 g/planta en toda la temporada ya que éste no se degrada en el suelo y puede ser fitotóxico.
- 6) Evitar regar en exceso, aplicar el agua necesaria en riegos frecuentes pero con menor volumen.
- 7) Utilizar aplicaciones foliares de cúpricos y/o productos inductores de resistencia destacándose Biorend Cobre. Las mismas deben ser realizadas en forma preventiva.
- 8) Desinfectar las herramientas usadas en el deshoje o desbrote entre plantas con hipoclorito de sodio, Virkon S o Sporekill. En el caso del hipoclorito recordar que éste

se degrada con la luz y su efectividad se reduce con la presencia de materia orgánica por lo que la solución desinfectante deberá ser cambiada frecuentemente.

## Incorporación de agentes de control biológico en el cultivo de morrón en invernadero. Resultados años 2012 y 2013

José Buenahora <sup>1</sup>, Cesar Basso <sup>2</sup>

<sup>1</sup> INIA Salto Grande, Programa Nacional de Producción Hortícola.

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía, Unidad de Entomología.

### I. Antecedentes

El control biológico, como alternativa o complemento de otros métodos de control de plagas de los cultivos en invernadero, se desarrolla en forma sostenida en numerosos países (van Lenteren, 2003). Ello sucede porque los insecticidas químicos continúan mostrándose ineficaces para resolver los problemas sanitarios, al tiempo que ponen en riesgo la seguridad alimentaria, el medio ambiente y afectan también la productividad de los cultivos (comunic. pers. van der Blom, noviembre 2013). Este proceso también contribuye a la aspiración de alcanzar una agricultura sustentable, que contemple de manera equilibrada tanto los objetivos económicos de los productores como la preocupación por la inocuidad alimentaria de los consumidores. Estas consideraciones han jerarquizado la utilización de enemigos naturales, sobre todo cuando al control biológico no se lo concibe solo como la introducción y colonización de agentes para controlar plagas exóticas (control biológico clásico), sino como el desarrollo de técnicas de aumento de enemigos naturales para utilizarlos como bioinsecticidas. Esta perspectiva ha ampliado el rango de situaciones donde es factible recurrir al manejo biológico de las plagas, generando respuestas más rápidas y económicamente competitivas con los insecticidas químicos.

Un ámbito productivo donde el control biológico debe continuar avanzando en el país, corresponde a los cultivos hortícolas protegidos. Dentro de estos, el morrón por reunir la condición de ser un cultivo de relevancia a nivel nacional al tiempo de presentar en varios países un control de plagas bien resuelto aplicando métodos de control biológico, es donde desde 2011 comenzaron acciones innovativas para el control de sus plagas.

### II. Control biológico de las principales plagas de morrón en invernadero

El morrón cultivado bajo invernadero es la hortaliza más importante, después del tomate, en el Litoral Norte de Uruguay, tanto si se considera el volumen como el valor bruto de producción. En dicha región nuclea a 234 productores y abarca 130 hectáreas de superficie plantada por año, contribuyendo con el 90% de la oferta total nacional del rubro fundamentalmente en contra-estación (MGAP-DIEA, 2012).

Las dificultades en el control de plagas de este cultivo en la zona hortícola de Salto se explican, fundamentalmente, por el accionar de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Rodríguez et al., 2003). Sin embargo, también otras plagas afectan al cultivo, como el trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae).

Las moscas blancas y los trips históricamente han sido difíciles de controlar con los insecticidas y el empleo intensivo de éstos ha causado una reducción de la

sensibilidad de las poblaciones de insectos dado su enorme potencial para desarrollar resistencia (Horowitz y Ishaaya, 1996; Jensen, 2000).

Por otra parte, dado que en el norte de nuestro país el cultivo de pimiento en invernadero se instala en verano y transcurre su ciclo hasta el fin de la primavera siguiente, existe una alta presión de plagas al inicio y la posibilidad de migraciones externas hacia el cultivo durante diferentes épocas del año. La colocación de mallas como barrera física a los insectos en los invernaderos tradicionales podría favorecer el mejor desempeño del control biológico aunque ello dependerá de las posibilidades de un correcto manejo.

En el año 2011 en la región de Salto, por medio de un estudio de tesis de maestría de la Facultad de Agronomía que contó con la co-dirección de un investigador de Francia se evaluó por primera vez la introducción de dos predadores, el ácaro *Amblyseius swirskii* y la chinche *Orius insidiosus* en un invernáculo de morrón de la variedad Bilano. Ambos fueron suministrados por la empresa Brometan de Argentina, que comercializa agentes de control biológico de la empresa Biobest de Bélgica para el manejo de las plagas en cultivos hortícolas. Se comparó la liberación de estos enemigos naturales en áreas semi-abiertas o totalmente cerradas con malla contra el solo efecto de la malla. Los resultados fueron muy alentadores ya que la liberación de *Amblyseius swirskii* en parcelas del invernadero con y sin malla anti-moscas blancas ejerció un efecto muy eficaz sobre la población de *B. tabaci*, sin embargo no fue capaz de impedir que se alcanzara una alta abundancia de *F. occidentales* en primavera, sobre todo en las parcelas sin malla. *Orius insidiosus* no se estableció en las parcelas donde se liberó.

En el año 2012 y 2013 continuaron los estudios donde se compararon distintas dosis de liberación de *A. swirskii* y el efecto de una segunda suelta de *A. swirskii* y *O. insidiosus* a inicio de la primavera.

## Metodología

En ambos períodos los experimentos se instalaron en un invernáculo de 72 x 24 m, construido para tal fin, con ventilación cenital donde se delimitaron 6 parcelas y se distribuyeron al azar tres tratamientos. Cada parcela cubre una superficie de 288m<sup>2</sup> (24 x 12 m) con 7 canteros con plantas a una hilera separadas 0,25 m entre sí. Se evaluó la acción de los enemigos naturales en áreas abiertas de un invernáculo de estructura convencional y otras completamente cerradas con una malla anti-insectos (Ultravent).

La evaluación consistió en recuentos semanales sobre 18 plantas tomadas al azar en cada parcela del invernáculo, en las cuales se seleccionó una hoja de 2 estratos de la planta (superior, medio). Se contabilizó *in situ* el número de individuos de mosca blanca (adultos) y trips. Posteriormente, dichas hojas fueron llevadas al laboratorio de INIA Salto Grande donde se contabilizó el número de formas inmaduras de *Bemisia tabaci*, y de *Amblyseius swirskii* en un círculo de 2,5 cm de diámetro, distinguiendo los individuos parasitados de los sanos en el caso de mosca blanca.

Por otra parte, en cada planta se colectaron 2 flores al azar y se introdujeron en un recipiente con alcohol al 70% para contabilizar en el laboratorio los trips (formas inmaduras y maduras) y los *O. insidiosus*. Los recuentos comenzaron en el momento del trasplante.

Las plantas se instalaron en canteros separados 1,6 m entre ellos, con una fila de plantas cada uno y plantas a una distancia de 0,25 m entre sí, lo cual determinó una densidad de 2,5 plantas por m<sup>2</sup>. Las prácticas culturales realizadas fueron las típicas

para un cultivo de morrón en invernadero de la región, sin poda y conducción de las plantas con alambre y piola de material sintético. El riego del cultivo fue de tipo localizado, empleando una cinta con goteros al centro de cada cantero. Se realizó fertirrigación del cultivo a través del mismo sistema.

Cuando fue necesario se aplicaron productos fungicidas para enfermedades y Neemazal (Agry Star) (Azadirachtina, 1,2 g/l) para reducir la población de trips. Los mismos fueron seleccionados teniendo en cuenta su selectividad con relación a los enemigos naturales.

Para el registro de la temperatura y HR durante todo el experimento se instalaron sensores HOBO que registran los datos cada 30 minutos, durante las 24 hs.

En ambos años, las evaluaciones culminaron en el mes de noviembre.

### **Año 2012.**

Las plantas de pimiento (cv. Bilano) se trasplantaron en el invernadero el 10 de marzo de 2012. La liberación de otoño fue el 8 de mayo mientras que la de primavera tuvo lugar el 30 de agosto de 2012.

#### **Tratamientos:**

1. Parcela con malla anti-insectos. Suelta otoñal y primaveral con *A. swirskii* 60/m<sup>2</sup> más *O. insidiosus* 2,5/m<sup>2</sup> cada una.
2. Parcela con malla anti-insectos. Suelta otoñal y primaveral con *A. swirskii* 30/m<sup>2</sup> más *O. insidiosus* 2,5/m<sup>2</sup> cada una.
3. Parcela sin malla anti-insectos. Suelta otoñal y primaveral con *A. swirskii* 75/m<sup>2</sup> más *O. insidiosus* 2,5/m<sup>2</sup> cada una.

### **Año 2013.**

Las plantas de pimiento (cv. Bilano) se trasplantaron en el invernadero el 14 de marzo de 2013. La liberación de *A. swirskii* fue el 27 de junio mientras que la de *O. insidiosus* fue el 29 de agosto de 2013. Severas inclemencias meteorológicas no permitieron continuar el experimento después de octubre.

#### **Tratamientos:**

1. Utilización de malla anti-insectos y enemigos naturales. Suelta de *A. swirskii* 60/m<sup>2</sup> más *O. insidiosus* 2,5/m<sup>2</sup>.
2. Utilización de malla anti-insectos y enemigos naturales. Suelta de *A. swirskii* 30/m<sup>2</sup> más *O. insidiosus* 2,5/m<sup>2</sup>.
3. Introducción de enemigos naturales, sin utilización de malla anti-insectos. Suelta de *A. swirskii* 75/m<sup>2</sup> más *O. insidiosus* 2,5/m<sup>2</sup>.



## Resultados año 2012

### Muestreo en hojas

La oviposición de *A. swirskii* comenzó en la semana siguiente a su liberación, que tuvo lugar el 8 de mayo. En las parcelas del tratamiento 2 la oviposición aumentó hasta fines de mayo en tanto que en los tratamientos 1 y 3 esto ocurrió hasta el 5 de junio, cuando alcanzó los valores máximos, para luego descender a valores muy reducidos a partir del 20 de junio. En los tratamientos 1 y 3 se contabilizó la mayor cantidad de huevos durante este período (Fig. 1). Generalmente la reducción de la oviposición coincidió con el descenso brusco de la temperatura luego de fines de mayo, según los registros en el invernadero (Figs. 2 y 3).

En todas las parcelas la oviposición del ácaro aumentó a fines de setiembre cuando las temperaturas mínimas ascendieron notoriamente (Figs. 2 y 3) y continuó ocurriendo hasta el fin del período de trabajo. Sin embargo no alcanzó en ninguna de ellas los valores máximos constatados luego de la liberación inicial aún cuando se realizó una segunda suelta de *A. swirskii* el 30 de agosto.

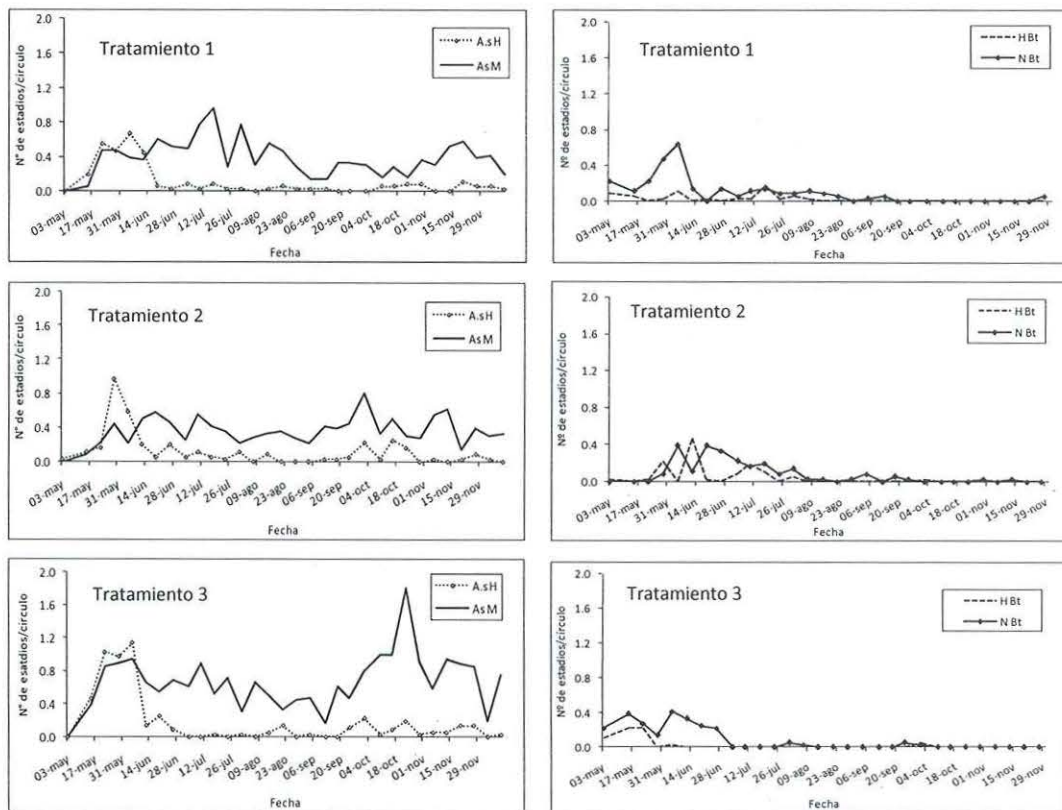


Figura 1. Variación del número de huevos de *Amblyseius swirskii* (A.s.H), estadios móviles de *Amblyseius swirskii* (A.s.M), número de huevos de *Bemisia tabaci* (H Bt) y de ninfas de *Bemisia tabaci* (N Bt) en el estrato medio de la planta, por tratamiento, durante el período de estudio.

Con relación a las formas móviles de *A. swirskii*, se observó un incremento pronunciado en las semanas subsiguientes a la liberación, alcanzando un primer pico en el tratamiento 3 a comienzos de junio que duplicó el número promedio observado en el tratamiento 1 (Fig. 1). Luego la población de ácaros depredadores continuó mostrando fluctuaciones con tendencia ascendente hasta comienzos de julio. Iniciado el invierno el número de ácaros móviles descendió paulatinamente hasta fines de

agosto en todos los tratamientos. A partir de setiembre la población de *A. swirskii* incrementó nuevamente coincidiendo con el aumento de la temperatura propia de esa época del año. En este período también se produjo un aumento de las presas, fundamentalmente trips (Fig. 5) y la ocurrencia de una mayor cantidad de flores (Fig. 4). La variación fue muy similar en todos los tratamientos.

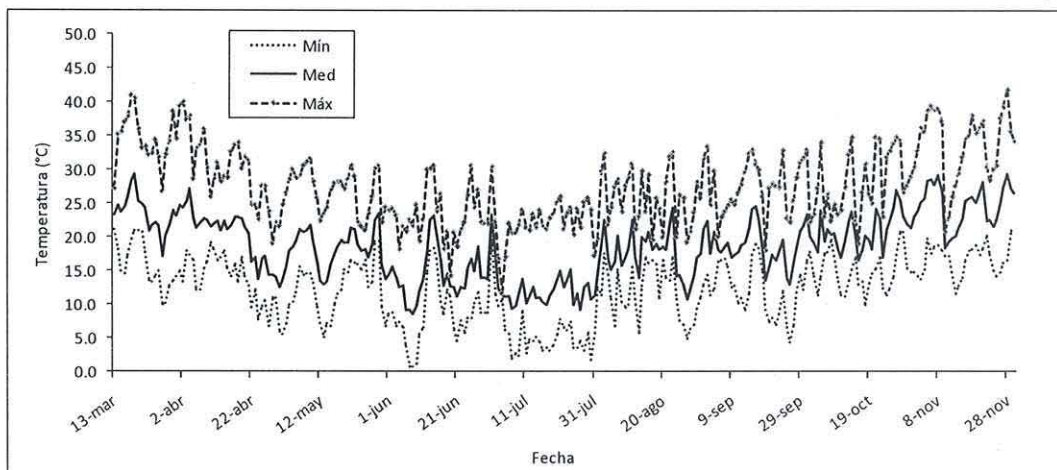


Figura 2. Variación de la temperatura media (°C) en la parcela sin malla en el período de marzo a noviembre de 2012.

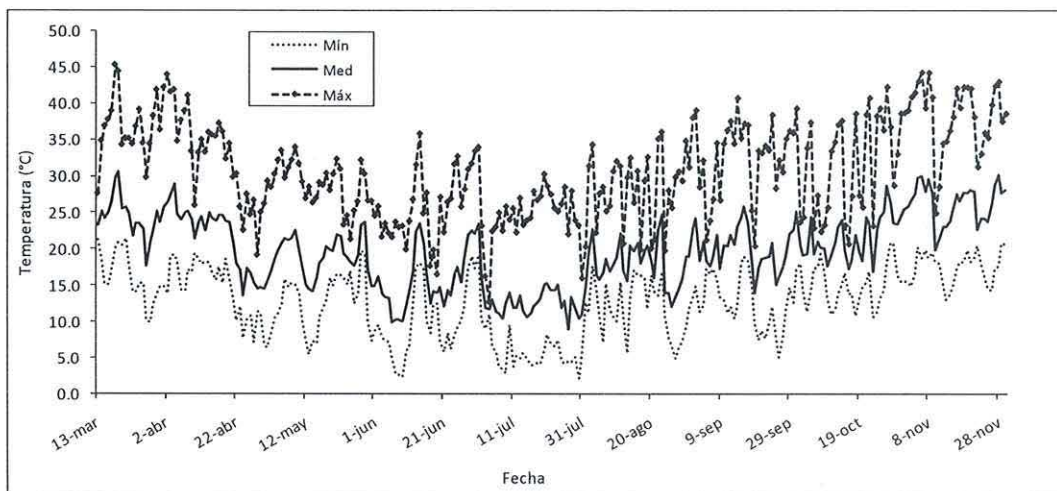


Figura 3. Variación de la temperatura media (°C) en la parcela con malla en el período de marzo a noviembre de 2012.

La utilización de malla en los tratamientos 1 y 2 no fue suficiente para superar la performance de *A. swirskii* lograda por la liberación de un mayor número de ácaros/m<sup>2</sup> en el tratamiento 3. Sin embargo, aún la menor dosis del ácaro depredador en el tratamiento 2 fue suficiente para afectar negativamente el incremento de la población de mosca y lograr su descenso paulatino hasta fines de julio a partir de donde los niveles fueron muy cercanos a cero hasta el final del período (Fig. 1).

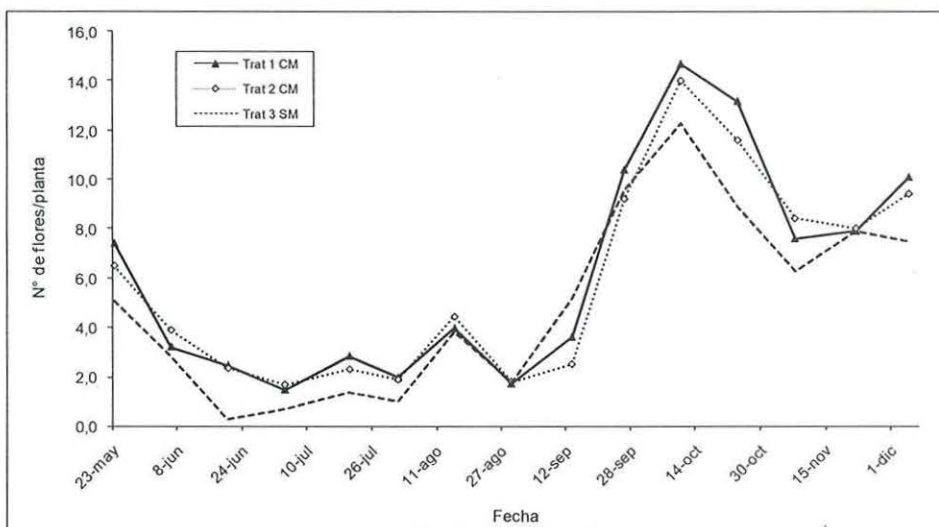


Figura 4. Variación del número promedio de flores por planta en el período de mayo a diciembre de 2012.

Si bien la población de huevos y ninfas de mosca blanca y de trips registrada al comienzo del ensayo fue baja, ello no fue un obstáculo para la instalación y desarrollo de *A. swirskii* (Fig 1). La característica zoo-fítófaga de este ácaro, que se alimenta de presas pero también del polen de las flores de las plantas estaría explicando este hecho. La cantidad de flores por planta hasta comienzos de agosto fue superior en los tratamientos con malla (Fig. 4).

#### Muestreo en flores

En las primeras semanas del estudio el número de trips por flor presentó un pronunciado aumento en las parcelas sin malla con un máximo de 5,4 el 13 de junio. Sin embargo, en las parcelas con malla el incremento fue menor y más lento, mostrando el tratamiento 1 un máximo de 2,5 trips por flor el 27 de junio (Fig. 5). En las flores de este tratamiento fue donde se observó la mejor instalación de *A. swirskii* en las flores (Fig. 6).

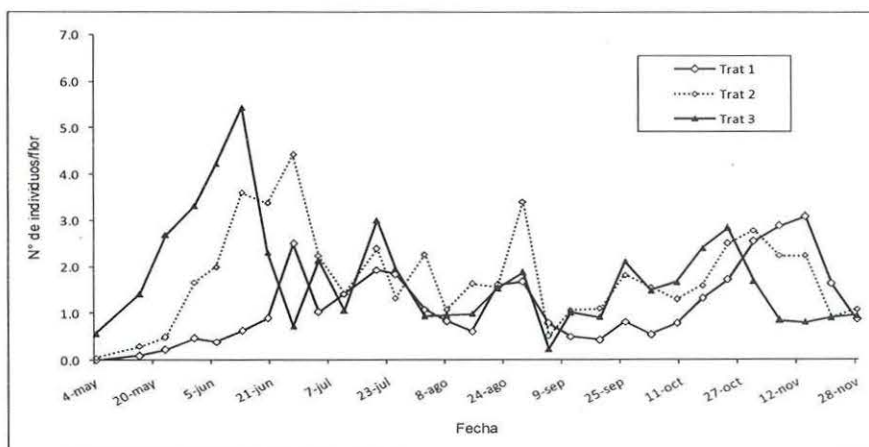


Figura 5. Variación del número de *Frankliniella occidentalis* (ninfas +adultos) por flor según los tratamientos.

La población de trips en las flores osciló en forma descendente hasta fines de Julio mientras que a partir de mitad de agosto comenzó a crecer nuevamente en todas las parcelas coincidiendo con el incremento de las temperaturas medias mínimas y el número de flores.

La población de *A. swirskii* osciló en forma descendente hasta el invierno y mostró su menor nivel en el mes de Agosto. El depredador comenzó su incremento a partir del 5 de setiembre, casi un mes después de que aumentara la actividad del trips.

En todos los casos las poblaciones de trips alcanzaron valores superiores a los aceptados en la zona como de riesgo para la transmisión de virus. No obstante, los periodos de riesgo fueron más reducidos en el caso de las parcelas del tratamiento 1 (Fig. 5). *Orius insidiosus* no se estableció en las parcelas donde se liberó.

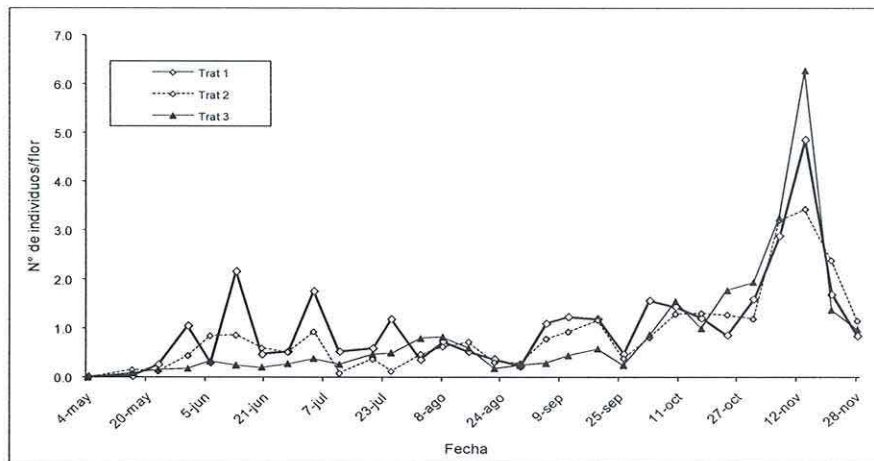


Figura 6. Variación del número de *Amblyseius swirskii* por flor según los tratamientos.

## Resultados año 2013

### Muestreo en hojas

La liberación tardía de *A. swirskii*, que tuvo lugar el 27 de junio, se realizó con un promedio de 10 flores por planta (Fig.11) lo cual favoreció la mejor instalación del ácaro ante un reducido número de moscas blancas en las hojas y de trips en las flores (Fig. 7 y 12) aunque las temperaturas medias del invernadero estuvieron por debajo de los 15°C y muy cercanas a la temperatura base del ácaro de 11,3 °C ( Lee , 2011) , en las parcelas sin y con malla (Figs. 8 y 9). Seguramente este fue un factor que no favoreció la alta oviposición de *A. swirskii* que ocurre generalmente inmediatamente a la suelta.

La mayor dosis de suelta bajo malla del Tratamiento 1 así como la alta dosis del tratamiento 3 tuvieron un similar desempeño en la oviposición y número de formas móviles del ácaro durante las primeras semanas siguientes a la liberación, en ambos casos superiores al tratamiento 2 (Fig. 7).

En todos los casos la población del ácaro mantuvo una oscilación, con niveles muy bajos en las hojas hasta mediados de setiembre. A partir de este momento el

incremento de las temperaturas, la mayor disponibilidad de polen y un mayor número de presas (trips) posibilitaron el aumento de su población en las hojas (Fig.7, 11 y 12) aunque el número de formas móviles del ácaro nunca fue superior a 1 en el área muestreada de la hoja. En todos los casos la población de *Bemisia tabaci* fue bien controlada en todo el período sin necesidad de recurrir a ningún tratamiento extra en el cultivo.

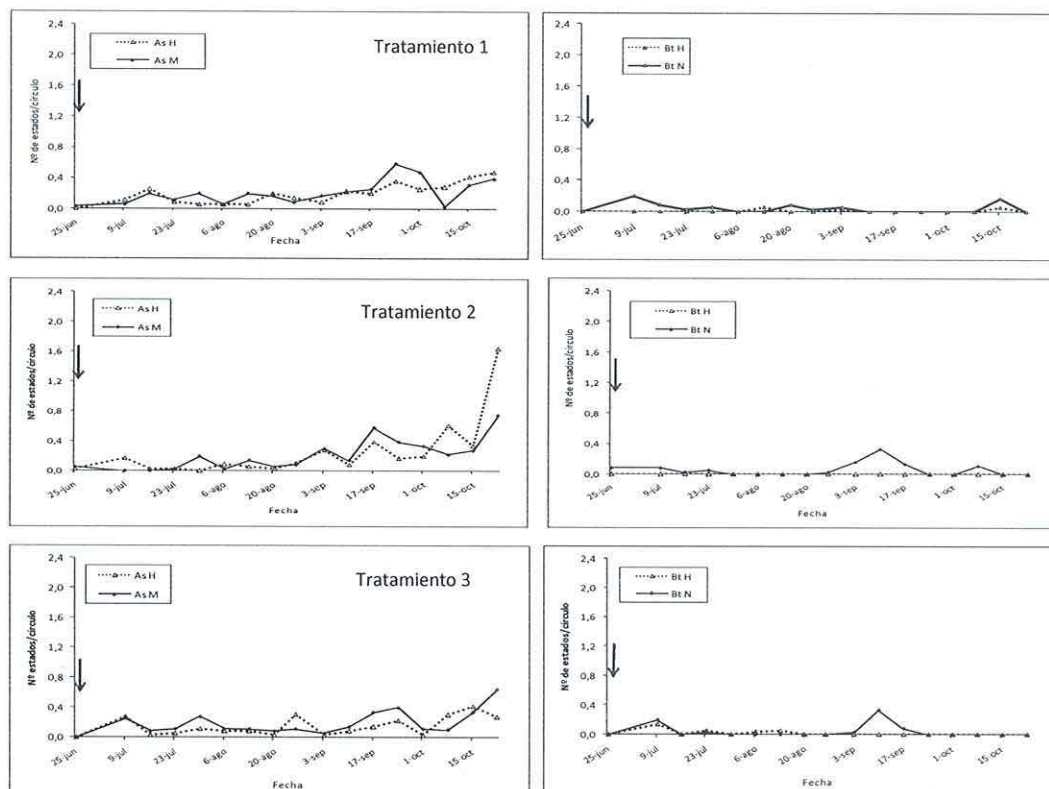


Figura 7. Variación del número de huevos de *Amblyseius swirskii* (A.s.H), estadios móviles de *Amblyseius swirskii* (A.s.M), número de huevos de *Bemisia tabaci* (H Bt) y de ninfas de *Bemisia tabaci* (N Bt) en el estrato medio de la planta, por tratamiento, durante el período de estudio.

### Muestreo en flores.

La población de trips en las flores, al inicio del experimento, incremento lentamente en las parcelas con malla marcando el efecto de la exclusión. Cuando su número comenzó a ser de riesgo, en junio, bajaron las temperaturas y en el cultivo se encontraban muy pocas flores. Sin embargo en el tratamiento 3, sin malla, el número de trips aumentó rápidamente desde el inicio y fue necesario la aplicación de un tratamiento con Neemazal y Match en las flores (Fig. 12). *Orius insidiosus* no se estableció en las parcelas donde se liberó.

A comienzo de setiembre, con muy pocos ácaros por flor, la población de trips creció rápidamente alcanzando nuevamente valores muy superiores a los aceptados en la zona como de riesgo para la transmisión de virus (Fig. 12). En la última quincena de Agosto y las primeras semanas de setiembre los registros climáticos mostraron temperaturas y lluvias muy adversas para el desempeño del trips externamente (Fig. 10). Ello influyó para que las poblaciones de trips fueran muy superiores en los tratamientos con malla. En su descenso posterior fue muy significativa la acción de las

aplicaciones de Neemazal y la recuperación de las poblaciones de *A. swirskii* una vez que en octubre incrementaron las temperaturas y el número de flores (Figs. 8, 9, 11 y 13).

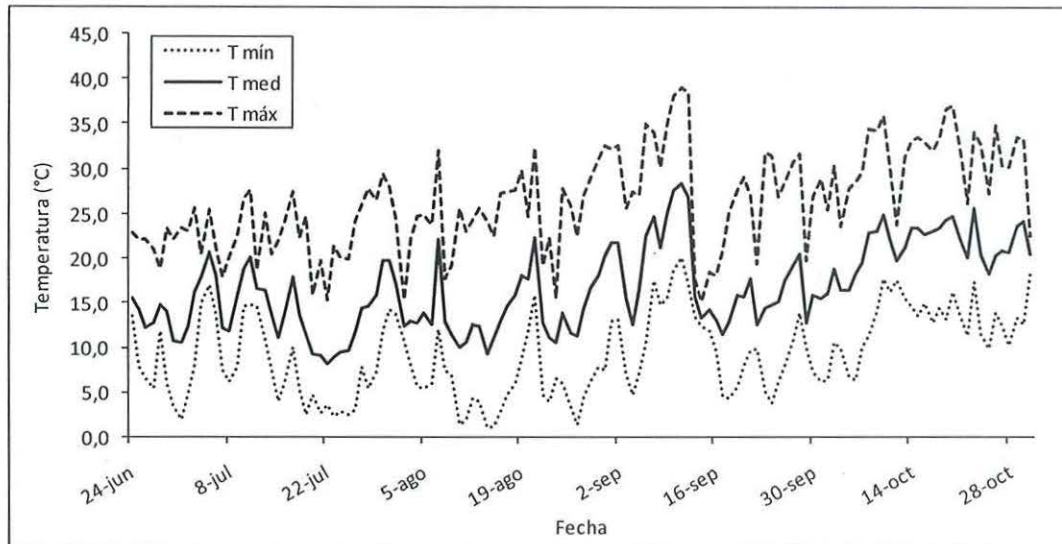


Figura 8. Variación de la temperatura media (°C) en la parcela sin malla en el período de junio a octubre de 2013.

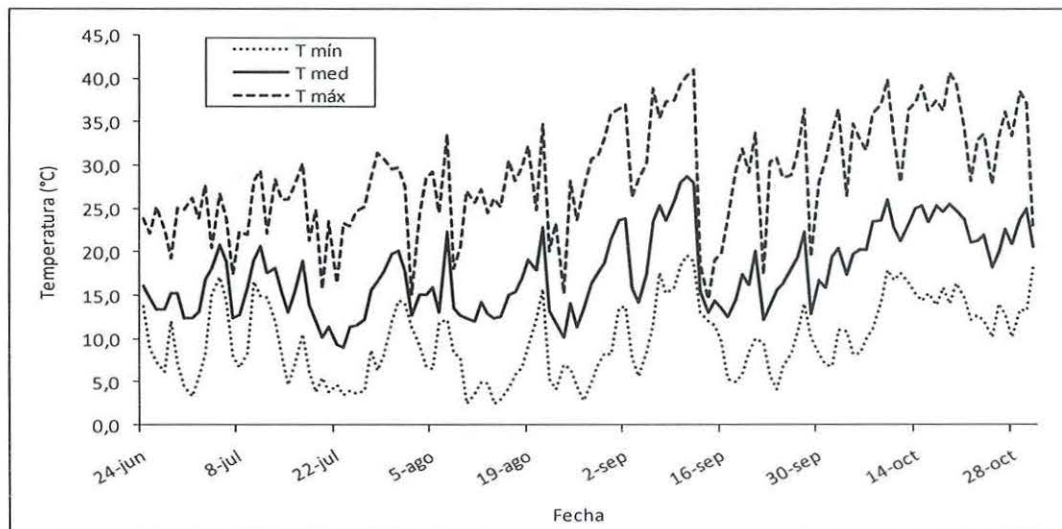


Figura 9. Variación de la temperatura media (°C) en la parcela con malla en el período de junio a octubre de 2013.

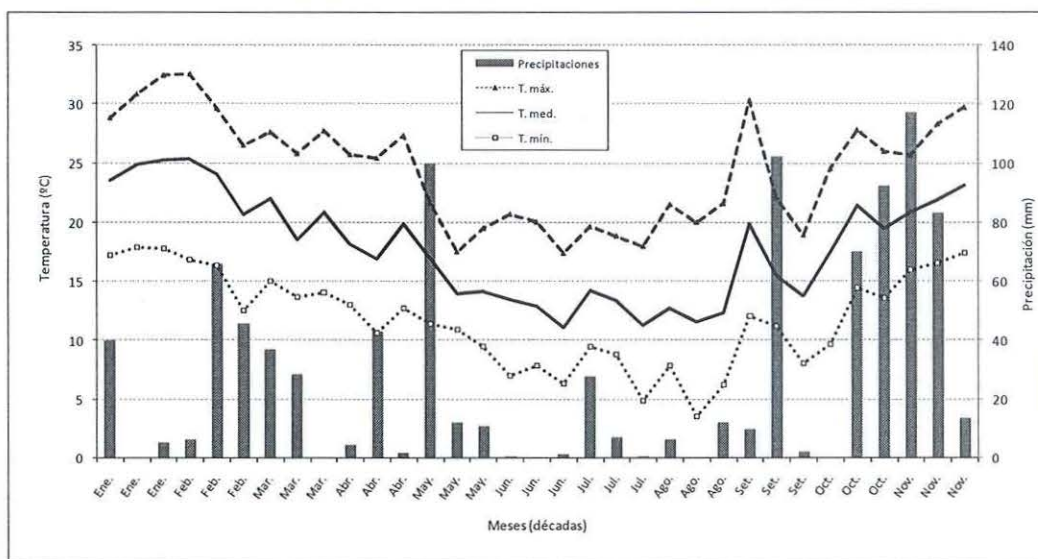


Figura 10. Variación de las temperaturas medias (°C) y precipitaciones acumuladas cada 10 días. Datos de la Estación Meteorológica de Inia Salto Grande. 2013.

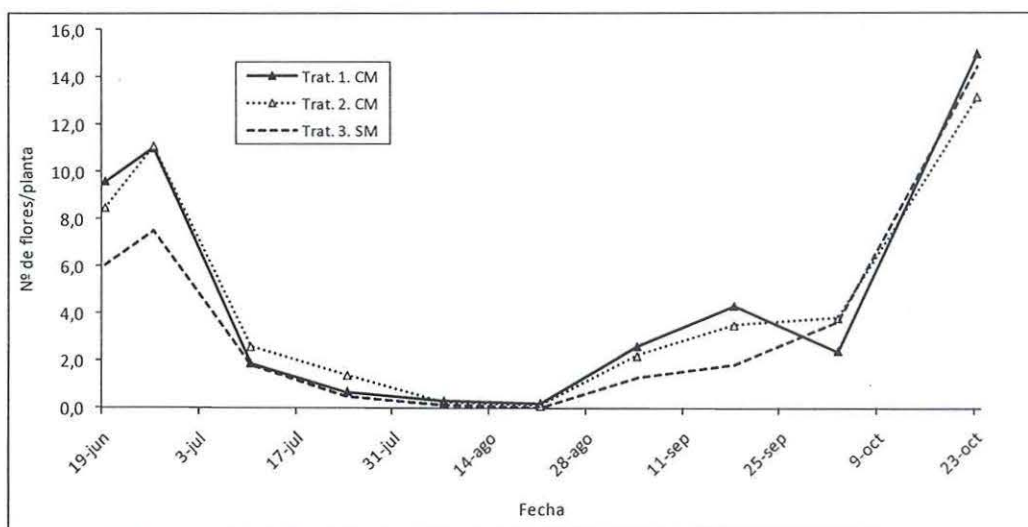


Figura 11. Variación del número promedio de flores por planta en el período de junio a octubre de 2013

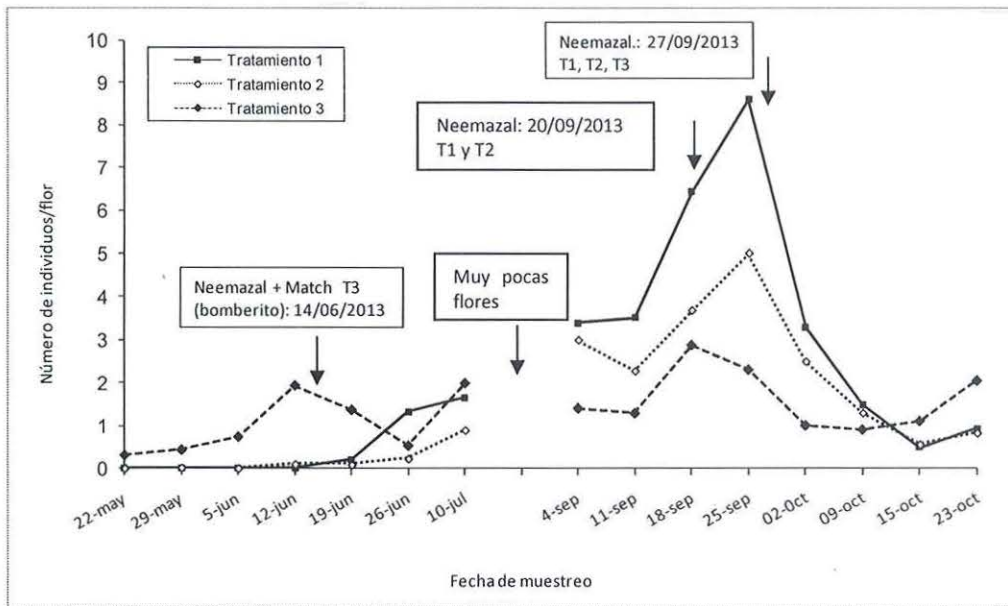


Figura 12. Variación del número de *Frankliniella occidentalis* (ninfas +adultos) por flor según los tratamientos.

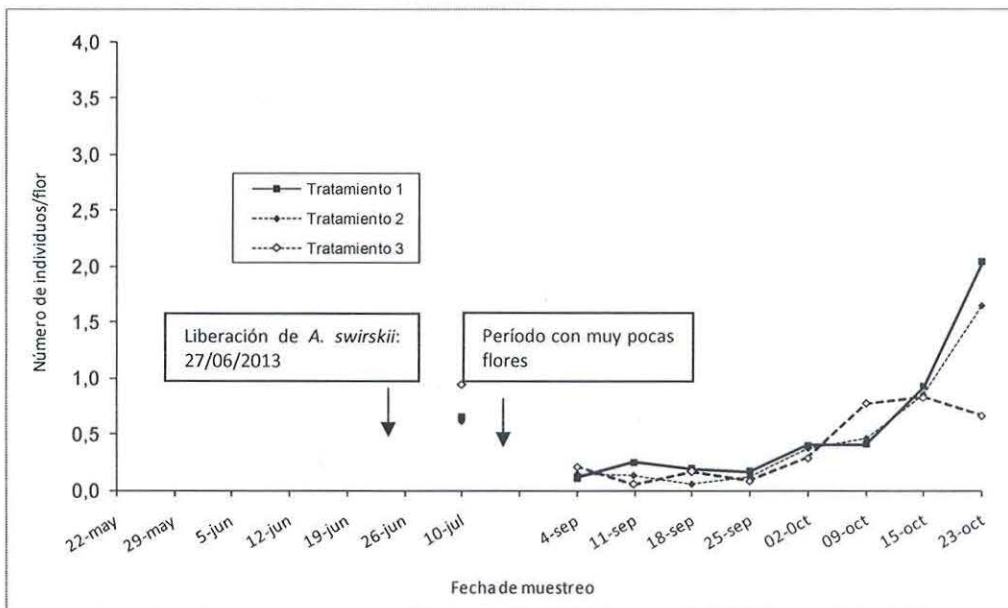


Figura 13. Variación del número de *Amblyseius swirskii* por flor según los tratamientos.

### Algunas consideraciones:

- *Amblyseius swirskii* se adapta muy bien a nuestras condiciones cuando la liberación se hace a comienzos del ciclo del cultivo, en la primera floración. Realiza una alta oviposición después de la suelta incrementando rápidamente sus poblaciones.
- Si bien al comienzo se detectó mosca blanca en el cultivo, no fue un problema en ninguno de los tratamientos. *A. swirskii* controló muy bien a *Bemisia tabaci* en todos los casos.



- No se justifica la liberación de *A. swirskii* a mitad de ciclo. Hay que lograr una buena instalación temprano en el cultivo.
- No se observó actividad de *Orius insidiosus* aunque al fin del período se detectaron algunos estadios en las flores.
- Hasta el momento no se ha podido valorar el efecto de *O. insidiosus* sobre el trips *Frankliniella occidentalis*.
- Las mallas hacen una buena exclusión inicial de plagas, luego los trips que emergen o ingresan se multiplican y deben ser controlados.
- El final del invierno (agosto) parece ser un período donde cada año se debe evaluar la temperatura, la población de *A. swirskii* y de trips en el cultivo. De ello dependerá las medidas a tomar preventivamente para ingresar a la primavera con esta plaga controlada.

### Citas bibliográficas

Horowitz AR, Ishaaya I. 1996. Chemical control of Bemisia management and application. In: Gerling D, Mayer RT. (Eds.), *Bemisia: 1995 Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management*. Andover: Intercept Ltd., pp. 537-556.

Jensen SE. 2000. Insecticide resistance in the Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis*. PhD Tesis. Roskilde, Dinamarca. Department of Crop Protection, Danish Institute of Agricultural Sciences. Department of life Science and Chemistry: Roskilde University. 106 p.

Lee H, Gillespie DR. 2011. Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental and Applied Acarology*, 53: 17–27.

MGAP-DIEA 2012 (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca- Dirección de Estadísticas Agropecuarias). Anuario Estadístico Agropecuario 2012. [On line]. 244 p. Montevideo: MGAP. Consultado en abril de 2013.

<http://www.mgap.gub.uy/portal/hqxpp001.aspx?7,5,659,O,S,0,MNU;E;27;8;MNU>

Rodríguez MD, Paullier J, Buenahora J, Maeso D. 2003. Mosca blanca: importante plaga de los cultivos hortícolas en Uruguay. Montevideo: INIA. 19 p.

Van Lenteren JC. 2003. Commercial availability of biological control agents. In: van Lenteren J.C. (ed.). *Quality control and production of biological control agents. Theory and pesting procedures*. Wallingford: CABI Publishing. 327 p.

### Agradecimientos

Al productor Sr. José Luis Ferreira por brindar las facilidades logísticas donde se realizó el estudio.

A la Empresa Brometan en la persona del Ing Agr. Carlos Silvestre por el suministro de *Amblyseius Swirskii* y su colaboración constante.

A los compañeros de Protección Vegetal, Entomología, de INIA Salto Grande Verónica Galvan, Juan Amaral, Norma Rodríguez y Estefani Bertoni por su colaboración en las actividades.

