



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY

Jornada de Divulgación Resultados experimentales en sanidad de tomate y morrón



Programa de Investigación en Producción Hortícola
Serie Actividades de Difusión N° 723
11 de Noviembre de 2013

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



D.M.V. Álvaro Bentancur

D.M.V., MSc. Pablo Zerbino



Ing. Agr. Joaquín Mangado

Ing. Agr. Pablo Gorriti



Jornada de Divulgación

Resultados experimentales en sanidad de tomate y morrón

Programa de Investigación en Producción Hortícola
11 de Noviembre de 2013

INDICE

Seguimiento de “peste negra” en morrón: Experimentos en la zona sur de Uruguay. D. Maeso, J. Paullier, J. Arboleya, P. González, A. Fernández y W. Walasek.	1
Virus emergentes transmitidos por moscas blancas en cultivos de tomate. L. Rubio, A. Arruabarrena, M. González, D. Maeso y L. Boiteaux.	45
<i>Bemisia tabaci</i> , otra especie de mosca blanca en cultivos hortícolas del sur del país. J. Paullier	51
Primer bioinsecticida producido en Uruguay. J. Paullier	55
Incorporación de agentes de control biológico en el cultivo de morrón en invernadero. Segundo año de evaluación. J. Buenahora y C. Basso	57
Resistencia de <i>Botrytis cinerea</i> a fungicidas en cultivos de tomate en el Uruguay. E. Martínez y V. Gepp	63
Efecto de la secuencia de cultivos en la dinámica de <i>Sclerotium rolfsii</i> en el suelo. C. Leoni.....	69
Evaluación de productos aplicados al follaje para el control de mancha bacteriana del tomate. Temporada 2012-2013. D. Maeso y A. Fernández.....	77
Evaluación de productos aplicados al follaje para el control del cancro bacteriano del tomate. Temporada 2012-13. D. Maeso, W. Walasek, A. Fernández y J. Arboleya.....	81

SEGUIMIENTO DE “PESTE NEGRA” EN MORRÓN: EXPERIMENTOS EN LA ZONA SUR DE URUGUAY.

Diego Maeso¹, Jorge Paullier¹, Pablo González², Jorge Arboleya¹, Alfredo Fernández¹, Wilma Walasek¹.

¹INIA Las Brujas, Programa Producción Hortícola.

²Unidad de Fitopatología. Facultad de Agronomía.

Introducción

La “peste negra” es una enfermedad causada por virus del género *Tospovirus* de gran importancia económica en nuestro país para los cultivos de tomate, morrón y lechuga entre otros. Es transmitida por varias especies de trips en forma persistente y posee la capacidad de infectar a un amplio rango de huéspedes ya sean cultivos o malezas. Todo eso hace que sea una enfermedad muy difícil de manejar ya que su capacidad de diseminación y reinfección en los cultivos es muy alta. Una medida muy eficaz es el cultivo de variedades resistentes cuando éstas están disponibles. En tomate la resistencia varietal (a través del gen *sw5*) funciona muy bien por el momento en Uruguay, sin embargo en morrón no ocurre lo mismo. Algunos de los cultivares comerciales de morrón cuentan con un gen de resistencia (*Tsw*) originario de *Capsicum chinense* el cual tiene algunas limitaciones en su funcionamiento. *Tsw* funciona a través de una reacción de hipersensibilidad matando tejido en el punto de ingreso del virus buscando así enlentecer el movimiento de éste dentro de la planta pero no impidiendo su multiplicación. Se ha reportado que esta fuente de resistencia solamente es efectiva contra algunos de los virus pertenecientes al género *Tospovirus* (TSWV) y no frente a otros que también existen en nuestro país (GRSV). Además se conoce que su expresión no es muy buena a temperaturas altas (superiores a 28°C) y en las etapas juveniles del cultivo. Estos factores han contribuido a que en morrón se registren grandes pérdidas por esta enfermedad aún cuando los productores empleen variedades “resistentes”. Con el objetivo de determinar puntos críticos a considerar en el manejo de esta enfermedad en morrón en invernadero se iniciaron por parte de INIA una serie de experimentos en invernáculo en las zonas sur y norte del país. En este trabajo se presentan los avances de los experimentos de la zona sur.

Materiales y métodos

Localización: Invernaderos del Sr. Omar Fernández, Camino Paso del Medio, Canelón Chico, Canelones.

Tratamientos:

Se evaluó el efecto sobre la evolución de la enfermedad de las siguientes medidas:

- 1) Cubierta de malla anti-insecto en almácigo.
- 2) Malla anti-insecto en las paredes del invernáculo.

- 3) Cultivares con resistencia a peste negra (gen *Tsw*). Troyano F1 (Sakata Seeds, Beltrame y Cia.) y Yatasto RZ (Rijk Zwaan, Agritec) en 2011-2012 y 2012-13 y Kaiman (Nunhems, Maisor) en 2012-2013.

Se seleccionaron dos invernaderos uno con malla y otro sin malla perimetral anti-insectos (50 mesh). En cada uno de ellos se seleccionaron cinco sitios (cuatro esquinas y centro), en los que se plantaron grupos de cinco plantas de cada cultivar cuyos almácigos habían sido realizados con y sin cobertura anti-insectos. El resto de los invernaderos fue plantado con el cultivar usualmente utilizado por el establecimiento (Troyano).

Período de evaluación: Experimentos correspondientes a las temporadas 2011-2012 y 2012-2013. Las plantas evaluadas fueron trasplantadas el 15/11/2011 (el cultivo del productor fue trasplantado 20 días antes) y el 11/10/2012 (ensayo y productor en el mismo momento). Los cultivos fueron levantados el 26/2/2012 (sin malla) y el 30/3/2012 (con malla) y el 15/5/2013.

Evaluaciones realizadas:

- 1) **Número de trips en trampas amarillas pegajosas:** Para ello se colocaron semanalmente durante todo el período experimental (desde el 15/11/2011) trampas amarillas pegajosas (20 x 20 cm) en los cuatro puntos cardinales dentro y fuera de cada invernadero. Los trips fueron evaluados en laboratorio bajo lupa estereoscópica y clasificados en primera instancia como: “amarillos” (probablemente *Frankliniella* spp.), “marrones” (probablemente *Thrips tabaci*) y “otros”. Los datos fueron corregidos en número de trips/día dividiendo la cantidad registrada entre el número de días que la trampa estuvo expuesta.
- 2) **Número de trips en flores de morrón y malezas:** Se extrajeron trips de diez flores de morrón y de las principales malezas presentes en colectas periódicas (desde el 15/11/2011). Las flores se colocaron en heladera por unas horas y bajo lupa se extrajeron los trips existentes. Éstos se evaluaron de igual forma en laboratorio y conservados en alcohol etílico 70° para su posterior identificación.
- 3) **Porcentaje de plantas de morrón infectadas por *Tospovirus*:** Se realizó el análisis semanal de hojas de la parte apical mediante la prueba serológica DAS ELISA desde el 15/11/2011 y desde el 26/10/2012 utilizando reactivos de la compañía AGDIA Inc. (Elkhart, IN 46514, EEUU) durante todo el ciclo de los cultivos. Las muestras fueron analizadas inicialmente en grupos de cinco plantas y posteriormente en forma individual en caso de detectarse infección en el grupo. Los resultados fueron expresados en porcentaje acumulado de plantas con infección.
- 4) **Porcentaje de plantas de morrón con síntomas de peste negra.** La aparición de síntomas fue registrada semanalmente en todas las plantas del experimento desde el 15/11/2011 y desde el 26/10/2012 durante todo el ciclo del cultivo y los resultados expresados como porcentaje acumulado de plantas con síntomas de

peste negra. También se evaluó la evolución de síntomas en el cultivo del productor.

- 5) **Infección de malezas por *Tospovirus***: Durante el ciclo 2011-2012 se analizaron por la prueba serológica DAS ELISA plantas de malezas que presentaban síntomas atribuibles a virosis.
- 6) **Temperatura interna en invernadero con malla**: La temperatura al interior del invernadero con malla fue registrada durante todo el ciclo de evaluación con un registrador Hygrochron I Button DS 1923 (Dallas Semiconductor Corp., Dallas Texas, EEUU).

Diseño experimental: Los datos fueron analizados estadísticamente de acuerdo a un diseño de parcelas divididas-divididas en el cual los factores eran parcela principal malla/no malla en cultivo, subparcela malla/no malla en almacigo y sub-subparcela variedad con cinco repeticiones (grupos de plantas).

Resultados

Ciclo 2011-2012

1) Número de trips en trampas amarillas pegajosas:

1.1) Exterior/interior

En la figura 1 se muestra la evolución del número de trips totales/día en el **exterior** de los invernáculos durante la temporada 2011—2012, los datos son el promedio de las trampas colocadas en las cuatro paredes externas. Si bien la evolución de las capturas siguió un mismo patrón, el número de insectos capturados en las trampas afuera del invernáculo con malla durante el período diciembre-marzo 2012 fue menor.

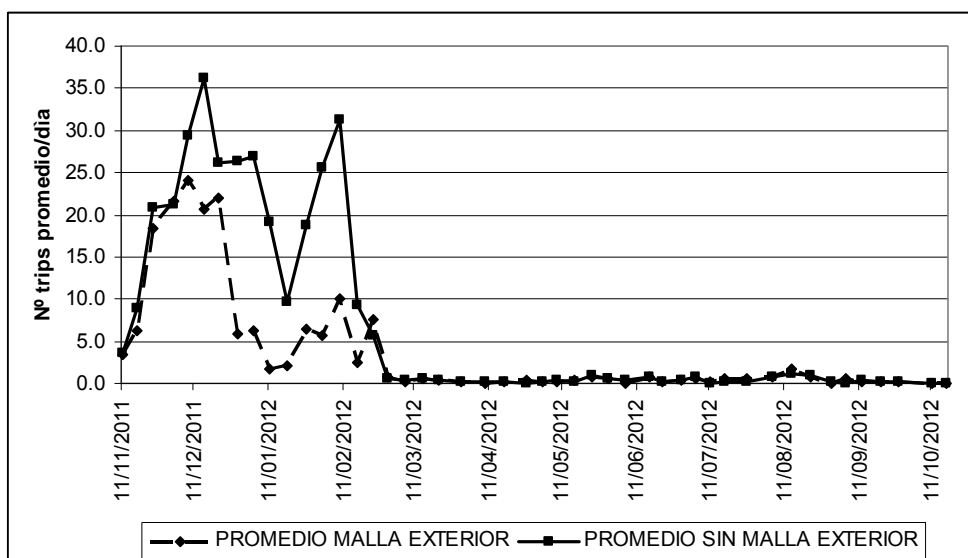


Figura 1. Número de trips totales por día en el exterior de los invernáculos (promedio malla exterior = promedio de trips capturados en la trampa colocada en el exterior del invernáculo con malla, promedio sin malla exterior = promedio de trips capturados en la trampa colocada en el exterior del invernáculo sin malla).

En la figura 2 se muestra la evolución del número de trips totales/día en el **interior** de los invernáculos durante la temporada 2011-2012. Los datos son el promedio de cuatro trampas colocadas en los cuatro puntos cardinales en el interior de cada invernáculo.

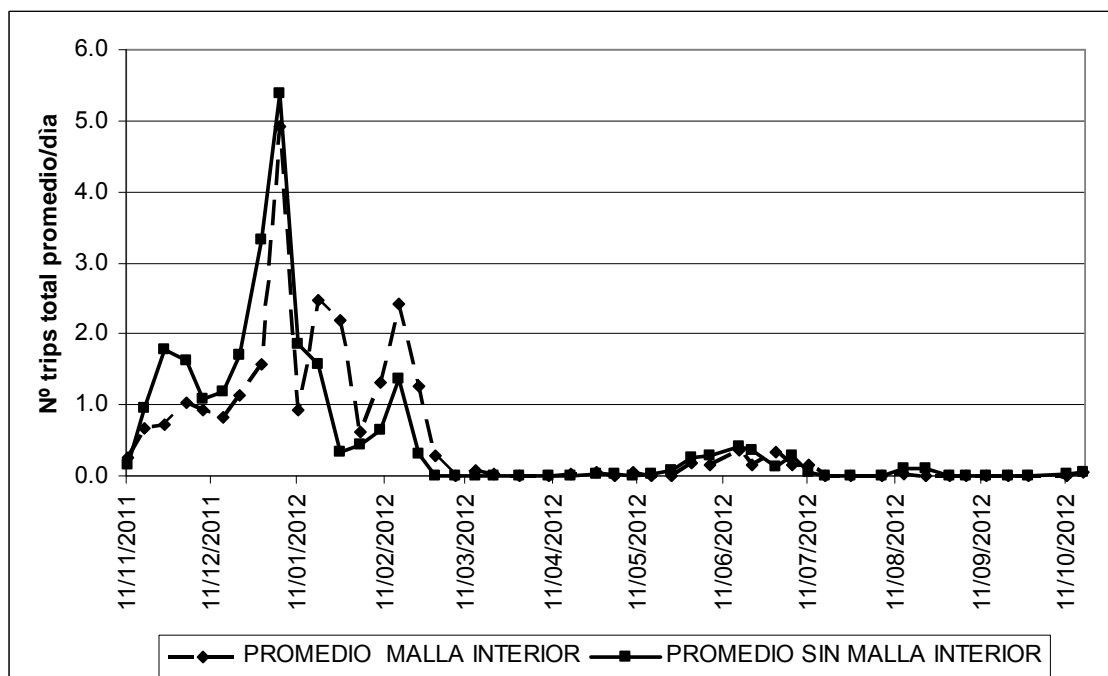


Figura 2. Número de trips totales por día en el interior de los invernáculos (promedio malla interior = promedio de trips capturados en la trampa colocada en el interior del invernáculo con malla, promedio sin malla interior = promedio de trips capturados en la trampa colocada en el interior del invernáculo sin malla).

En ambas figuras se pueden separar dos períodos, uno con capturas altas (noviembre-febrero) y otro con capturas bajas (a partir de marzo). Analizando el período de capturas altas (noviembre-febrero) se observa que las capturas altas comenzaron primero en el exterior que en el interior lo cual sugiere migración hacia adentro de los invernáculos.

En la figura 3 se grafican las capturas combinadas de ambos invernáculos fuera y dentro para el período con menor captura. Si bien se tratan de valores relativamente bajos en comparación con los registrados en el resto del ciclo, son muy importantes en el ciclo de la peste negra pues, en caso de estar infectados, esos vectores se encargarán de transmitir la enfermedad hasta la plantación del cultivo siguiente. Vemos que el número de trips capturados en el exterior es mayor que en el interior de los invernáculos indicando la importancia del manejo de la vegetación también alrededor de los invernáculos.

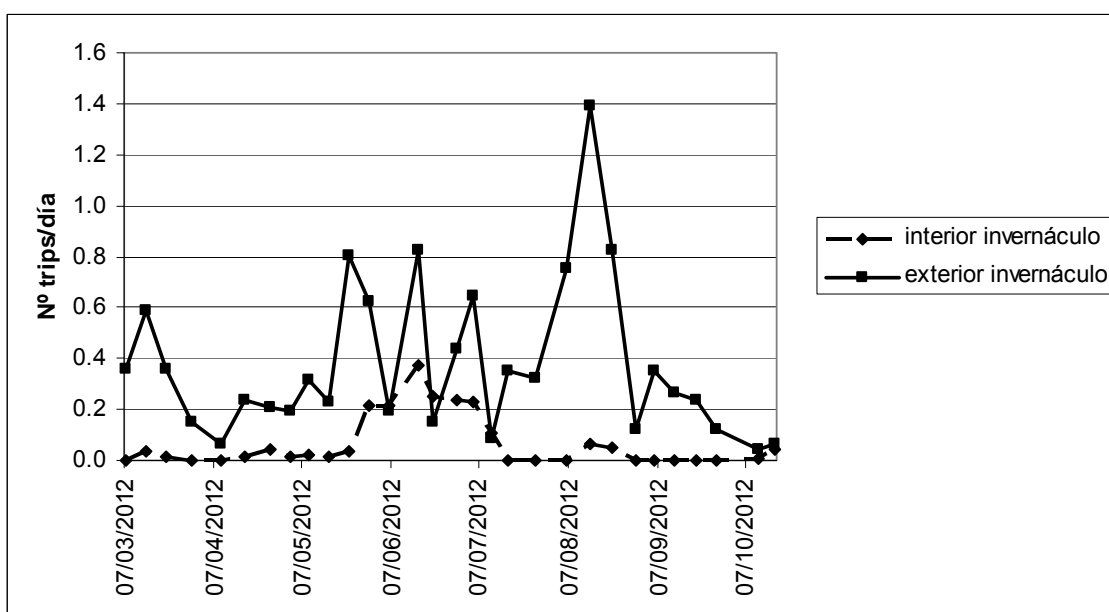


Figura 3. Evolución del número de trips/día capturados en el período marzo-octubre 2012 (fin de ciclo y sin cultivo).

Como se puede observar, el número de trips en el interior de los invernaderos es inferior al encontrado en el exterior. Esto seguramente se deba en parte al control químico realizado sobre el cultivo, el cual, sin embargo, no fue suficiente para erradicar completamente al vector permitiendo la transmisión de virus.

En cuanto a la diferencia en capturas entre los invernáculos con y sin malla perimetral, al comienzo del cultivo se registraron menos trips en el invernáculo con malla lo cual es beneficioso si tomamos en cuenta los perjuicios de una infección temprana del cultivo con virus. Luego esas diferencias desaparecieron probablemente debido al ingreso accidental de individuos (cerramiento imperfecto, descuido en el manejo de la doble puerta, etc.) que encontraron un ambiente propicio para su multiplicación dentro del invernadero con malla.

Por esa razón no basta con la colocación de la malla sino que se deben extremar las medidas para minimizar el ingreso del vector al cultivo.

1.2) En el exterior según orientación de las trampas.

En la figura 4 se muestran las capturas de trips en el exterior del invernadero con malla según la orientación de las trampas. Como se puede apreciar, la captura de trips fue mayor en las trampas con orientación norte y oeste.

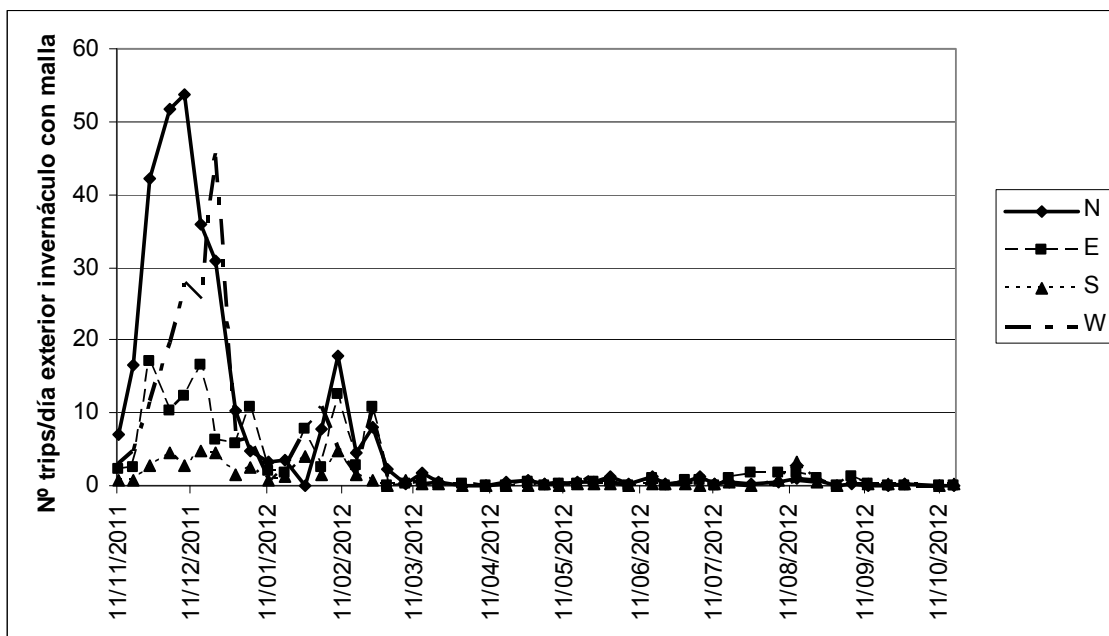


Figura 4. Número de trips totales por día en el exterior del invernáculo con malla según orientación de la trampa.

En la figura 5 se muestran los valores de trips capturados en el exterior del invernadero sin malla según la orientación de las trampas. En este caso los valores son más homogéneos, destacándose los obtenidos en las trampas con orientación sur.

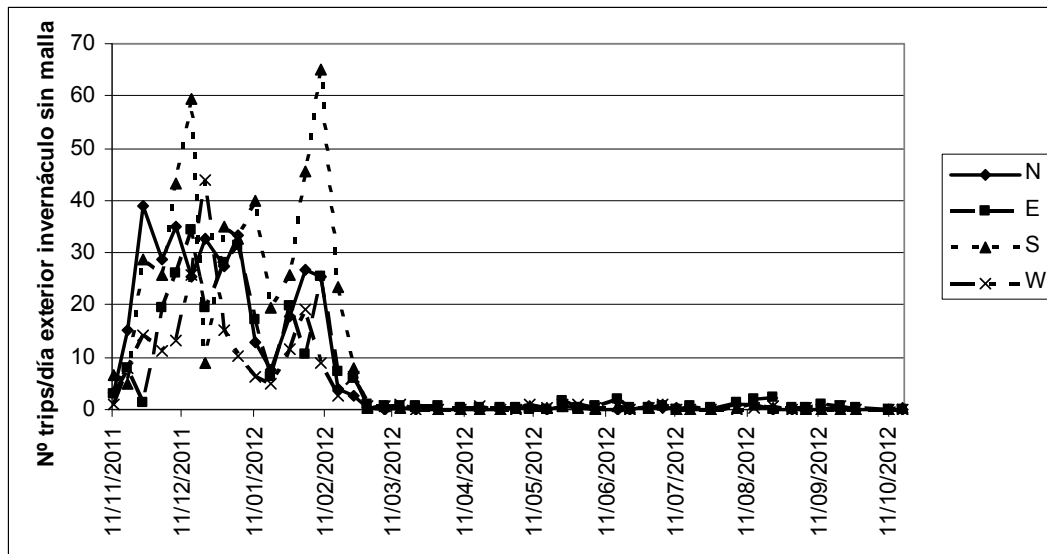


Figura 5. Número de trips totales por día en el exterior del invernáculo sin malla según orientación de la trampa.

Tomando en cuenta la mayor captura en el exterior de ambos invernáculos se pueden observar dos picos, uno a mediados de diciembre y otro a mediados de febrero los cuales pueden corresponder a la migración de trips adultos hacia los cultivos. De acuerdo a estos datos, la migración al invernáculo sin malla provino mayoritariamente del sur (campo sin cultivar e invernáculo vecino, ver figura 6) y en el invernáculo con malla del norte y del oeste (otros invernaderos con cultivos sin malla perimetral).

En la figura 6 se muestra la localización relativa de ambos invernaderos en el predio.

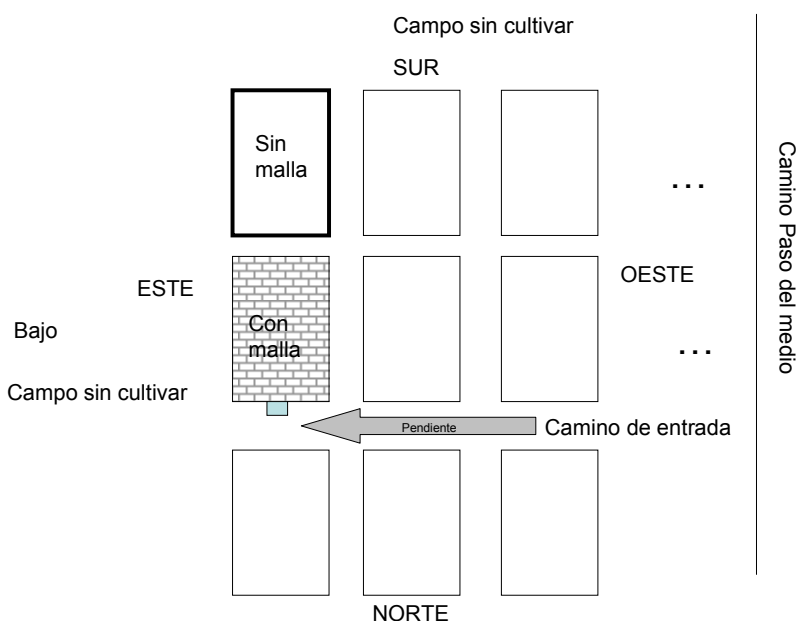


Figura 6. Ubicación relativa de los invernáculos bajo estudio en el establecimiento.

1.3) En el interior del invernáculo según orientación de las trampas.

En la figura 7 se muestra el número de trips/día capturados en el interior del invernadero con malla perimetral según la posición de las trampas en el cultivo. Como se observa la mayor captura se registró en las trampas colocadas en la parte sur (opuesto a la doble puerta de ingreso).

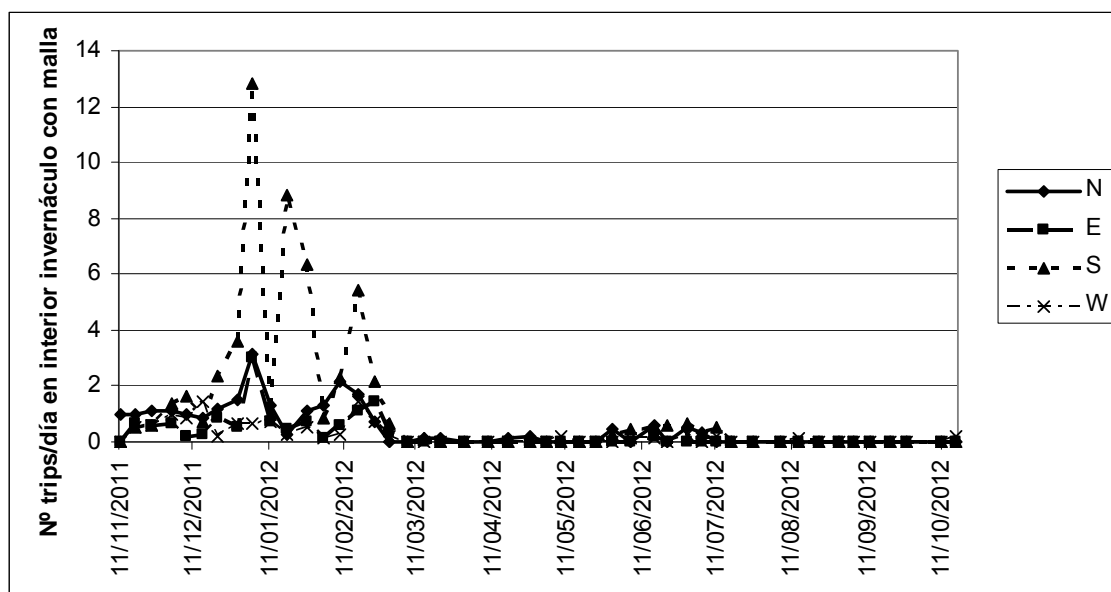


Figura 7. Número de trips totales por día en el interior del invernáculo con malla según ubicación de la trampa en el cultivo.

En la figura 8 se muestra el número de trips/día capturados en el interior del invernadero sin malla según la posición de las trampas en el cultivo. Como se observa, la mayor captura se registró en las trampas colocadas en la parte norte (vecino al invernadero con malla).

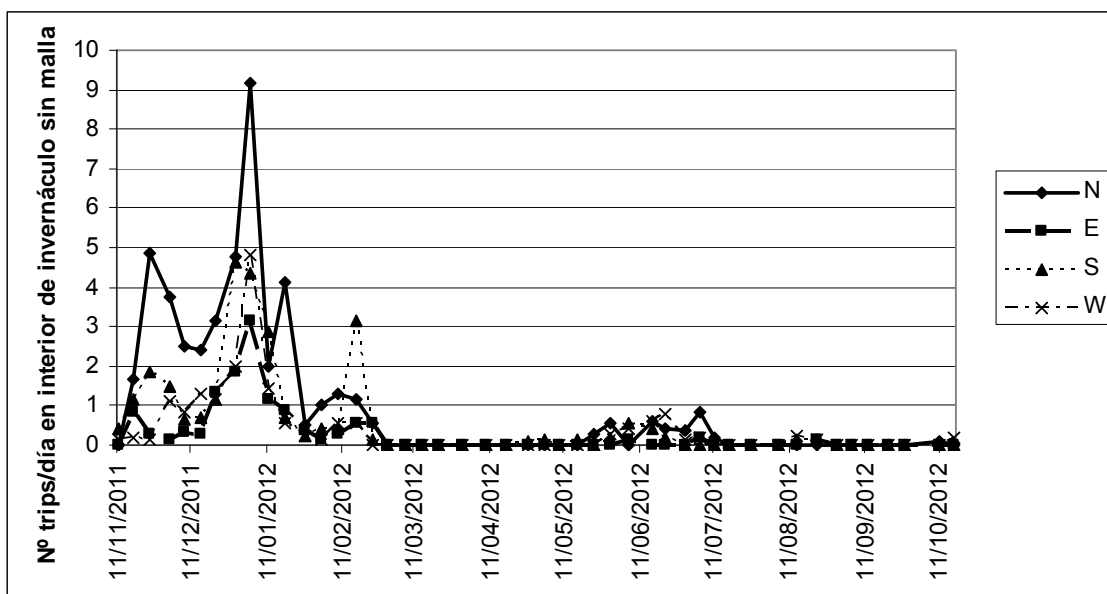


Figura 8. Número de trips totales por día en el interior del invernáculo sin malla según ubicación de la trampa en el cultivo.

Si bien es difícil encontrar una explicación única para las diferencias observadas, se puede decir que existe una tendencia a tener mayor captura de trips en las trampas con orientación N y S (eje mayor de los invernáculos) tanto en el exterior como en el interior. Es de suponer que influyan en eso los vientos predominantes, la vegetación externa (cultivos y malezas) y la posición de la trampa en lugares que ofrezcan resistencia al flujo natural de aire.

1.4) Tipos de trips.

En la figura 9 se muestra la evolución general de la captura en trampa pegajosa según tipo de trips en el exterior de los invernáculos con malla y sin malla (datos promedio de las trampas). La presencia y evolución de trips “amarillos” (probablemente *Frankliniella* spp.) y “marrones” (*Thrips tabaci*) es muy similar. También se registró la presencia de otros tipos de trips pero la misma fue muy baja por lo que no se incluyó en la gráfica.

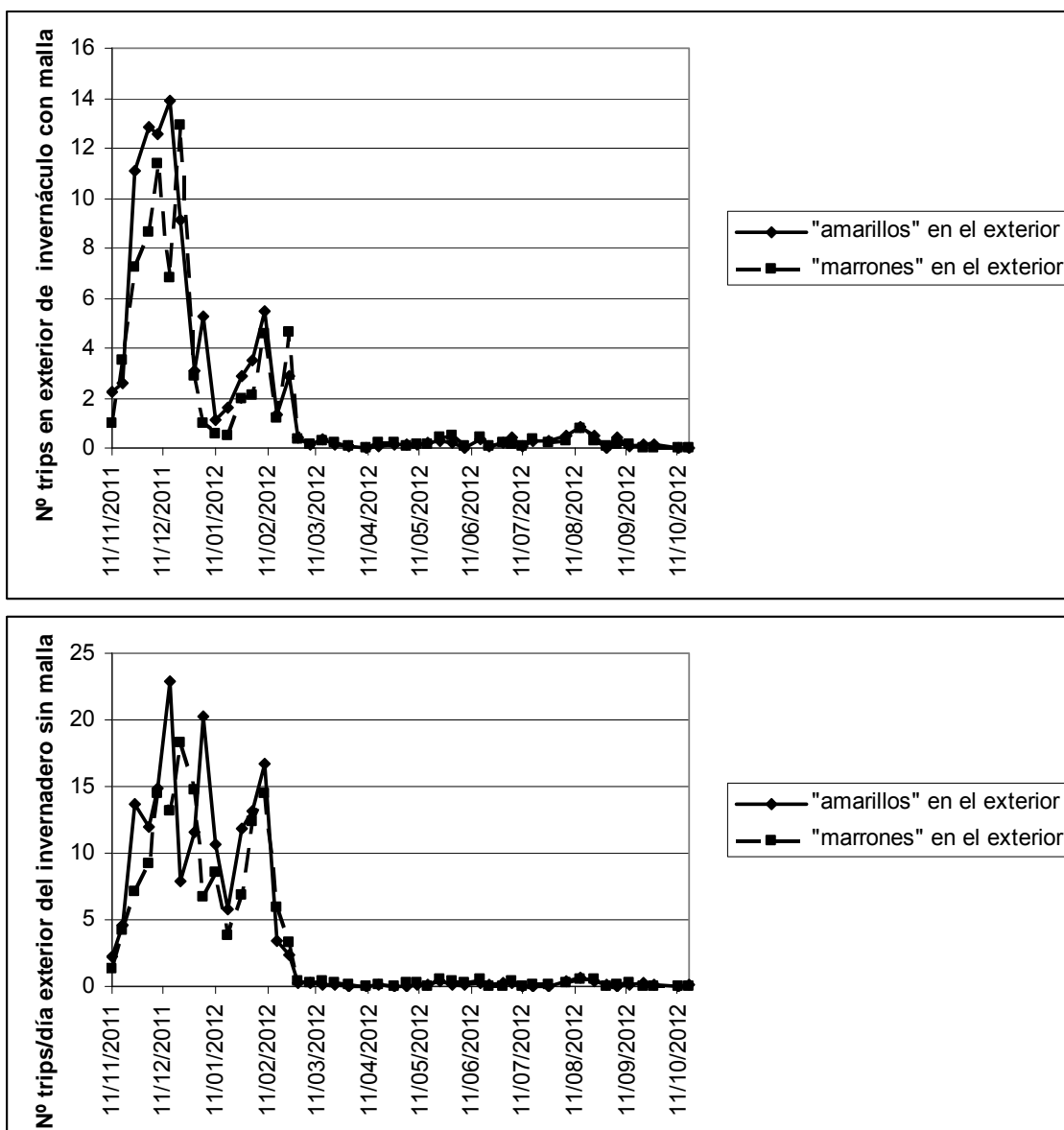


Figura 9. Número de trips/día capturados en el exterior de los invernáculos según tipo de insecto.

En la figura 10 se puede observar el número de trips por día colectados en el interior de los invernáculos separado según tipo de insecto.

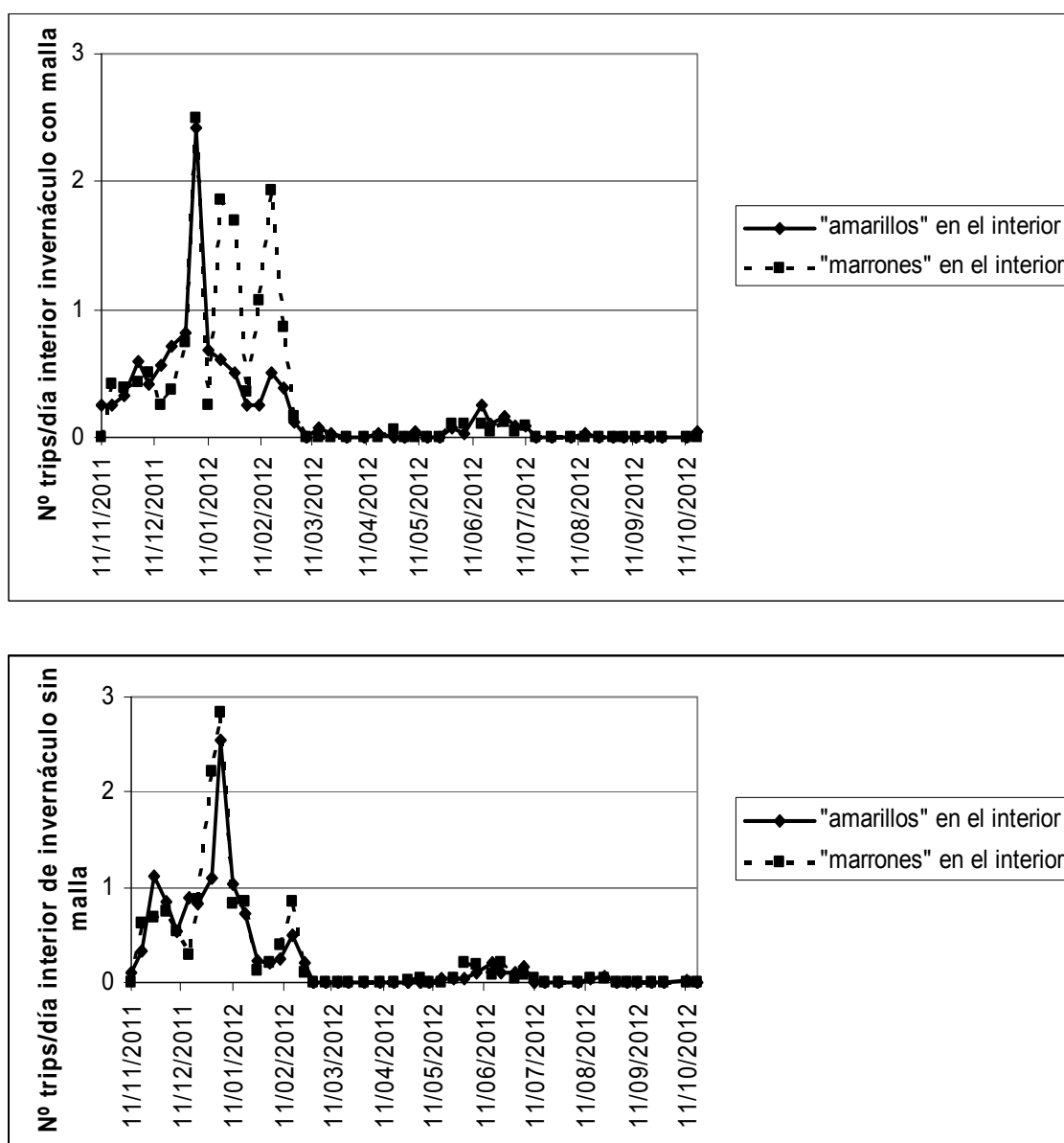


Figura 10. Número de trips/día capturados en el interior de los invernáculos según tipo de insecto.

1.5) Correlación entre datos de captura de trips.

Con los datos de los trips capturados en las diferentes trampas se realizaron cálculos de correlación para conocer si existía relación entre la captura de insectos dentro y fuera de los invernaderos.

Se encontró correlación estadísticamente significativa entre los valores de trips/día capturados en el exterior y en el interior de ambos invernáculos:

- con malla ($R^2= 0.13$, nº trips al interior = 0.0513 nº trips exterior + 0.3448 , $p=0.0116$) y
- sin malla ($R^2=0.48$, nº trips al interior = 0.0643 nº trips exterior + 0.0979 , $p=<0.0001$).

A pesar de haberse encontrado correlación en los dos tipos de invernadero, los coeficientes de determinación (R^2) de ambos son numéricamente muy diferentes. De acuerdo a éstos el 48% de la variación en los valores de captura de trips en el interior del invernadero sin malla está explicada por la variación en la captura obtenida en el exterior, algo muy entendible dado que no existen barreras físicas que impidan el ingreso al invernáculo. Mientras tanto, solamente el 13% de la variación en la captura de trips en el interior del invernáculo con malla es explicada por la variación en la captura de trips registrada en el exterior. Por lo que se puede decir que si bien están relacionadas, en el caso del invernáculo con malla intervienen otros factores.

También se encontró correlación entre los valores de temperatura promedio (registrada en el interior del invernadero con malla) durante el período en que estuvieron expuestas las trampas y los valores de trips/día capturados, tanto en el exterior como el interior de los invernaderos en estudio.

- interior del invernadero sin malla ($R^2= 0.16$, nº trips capturados en interior de invernadero sin malla = $0.0708 \times$ temperatura promedio período de trampeo – 0.8765 , $p=0.0078$).
- exterior del invernadero sin malla ($R^2= 0.34$, nº trips capturados en exterior de invernadero sin malla = $1.12 \times$ temperatura promedio período de trampeo – 15.23 , $p=<0.0001$).
- interior del invernadero con malla ($R^2= 0.27$, nº trips capturados en interior de invernadero con malla = $0.09 \times$ temperatura promedio período de trampeo – 1.16 , $p=0.0004$).
- exterior del invernadero con malla ($R^2= 0.16$, nº trips capturados en exterior de invernadero con malla = $0.4127 \times$ temperatura promedio período de trampeo – 5.027 , $p=0.007$).

En la figura 11 se grafican los valores de captura de trips/día en el interior de los invernaderos y la temperatura promedio del período. Como se puede apreciar la mayor captura se registró cuando la temperatura promedio del período al interior del invernáculo fue mayor o igual a 25°C (diciembre-febrero).

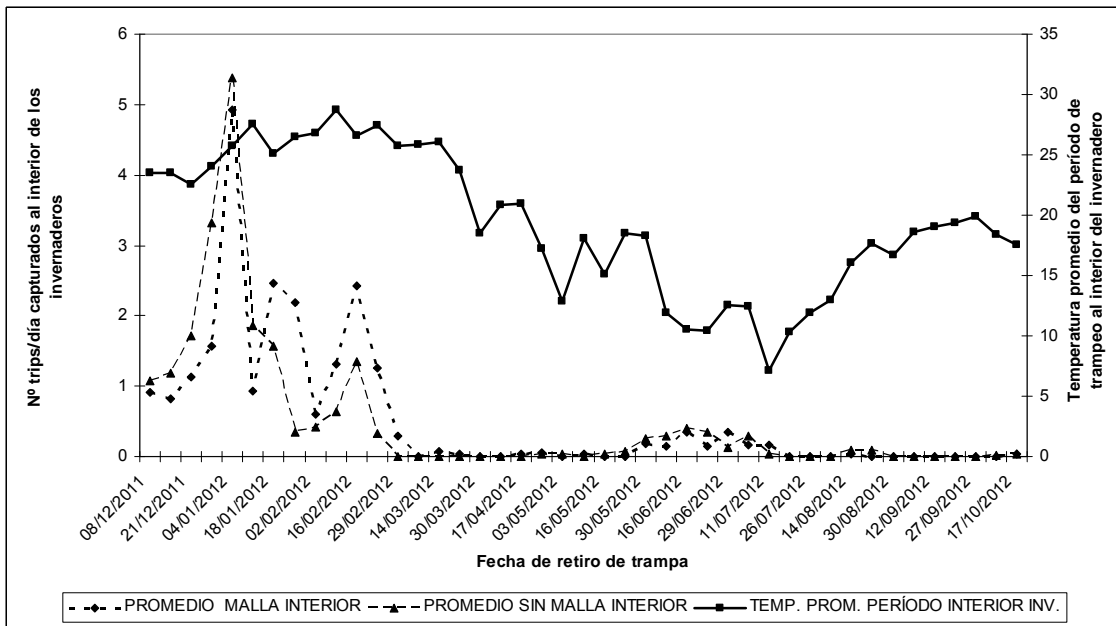


Figura 11. Evolución del número de trips/día en trampas amarillas en el interior de invernáculos con y sin malla y de la temperatura media en el período dentro del invernáculo con malla.

2) Número de trips en flores de morrón y malezas:

2.1) En flores de morrón:

En la figura 12 se muestra el número de trips en flores de morrón (promedio de 10 flores) durante el período de estudio en comparación con lo observado en trampa pegajosa.

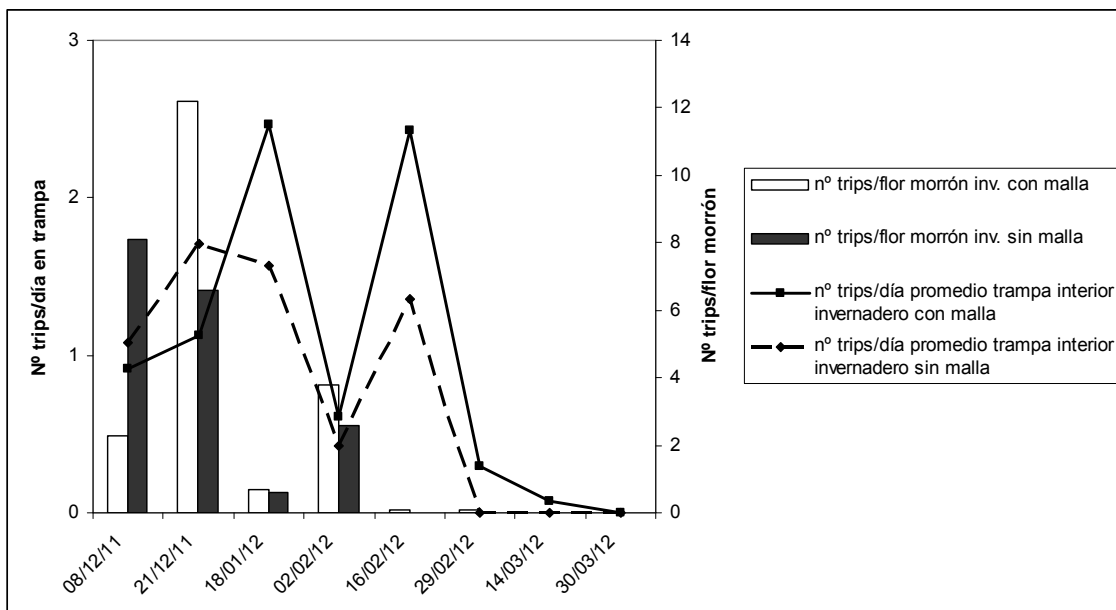


Figura 12. Número de trips totales/día en trampas pegajosas y en flores de morrón (promedio de 10 flores) en el interior de los invernáculos en estudio.

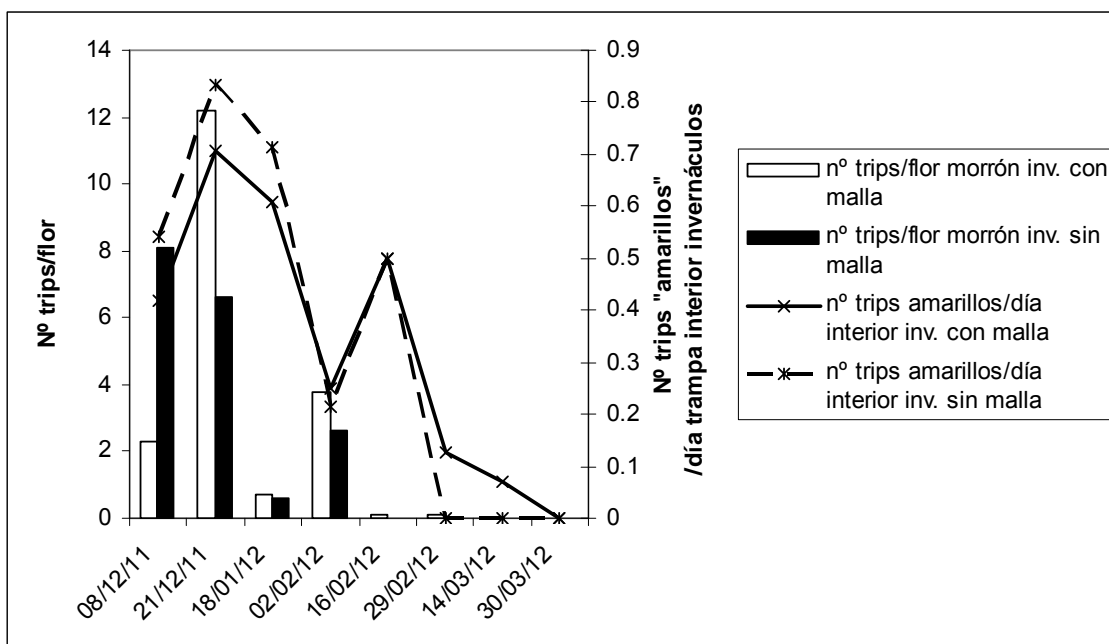


Figura 13. Número de trips “amarillos”/día en trampas pegajosas en el interior de los invernaderos en estudio y en flores de morrón (promedio de 10 flores).

A pesar de no haber sido un muestreo frecuente se puede ver que la evolución del número de trips/día en trampa en el interior de los invernaderos sigue una tendencia similar a la evolución en flor pero desfasada unos días (primero se registran valores altos en flor y luego en trampa).

2.2) En flores de malezas:

En el cuadro 1 se muestran los valores de número de trips/flor colectados en flores de malezas en valores absolutos y en porcentaje.

Cuadro 1. Porcentaje del total de trips por flor colectados durante el período.

Maleza	% de total	% total durante el cultivo 2011-2012	% del total después del cultivo 2011-2012
trébol rojo	44	38	83
correhuela	23	26	4
cerraja	15	17	2
revientacaballos	14	16	8
verdolaga	3	4	0
<i>S. ptycanthum</i>	0	0	2
gambarusa	0	0	0
falsa ortiga	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	0	0	0
manzanilla	0	0	0
malva cimarrona	0	0	0
mostacilla	0	0	0
trébol blanco	0	0	0
artemisia	0	0	0

Maleza	Nº total trips/flores interior	% del total en el interior invernáculos	Nº total trips/flores exterior	% del total en el exterior invernáculos
trébol rojo	86	56	218	41
corriguela	27	18	129	24
revientacaballos	27	18	72	14
cerraja	8	5	95	18
verdolaga	4	3	17	3
<i>S. ptycantha</i>	1	1	0	0
artemisia	0	0	0	0
trébol blanco	0	0	0	0
falsa ortiga	0	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	0	0	0	0
manzanilla	0	0	0	0
malva cimarrona	0	0	0	0
mostacilla	0	0	0	0
gambarusa	0	0	1	0

Como se puede observar las malezas en las que se colectó el mayor número de trips en flores fueron trébol rojo, correhuela, revienta caballos, cerraja, verdolaga y *Solanum ptycantha* en ese orden. No se encontraron trips en flores de artemisia, trébol blanco, falsa ortiga, *Stellaria media*, manzanilla, malva cimarrona, mostacilla y gamba rusa. Como ocurrió con la colecta mediante trampas pegajosas, el número de individuos colectados en el interior de los invernáculos fue menor al colectado en el exterior.

En la figura 14 se muestra la variación en la cantidad de trips por diez flores en las diferentes malezas dentro y fuera de los invernáculos. Al igual que en la captura en trampas, se registró un pico de individuos en el período diciembre-febrero pero se debe notar que se siguió encontrando trips durante casi todo el período de evaluación una vez terminado el cultivo. Al igual que se dijo respecto a las capturas de trips en trampa, la presencia de trips en flores de malezas luego de finalizados los cultivos tiene gran importancia en el ciclo de la peste negra. Si a eso agregamos que algunas malezas además son huéspedes del virus, esto contribuye a la perpetuación de la enfermedad hasta la próxima temporada de cultivo.

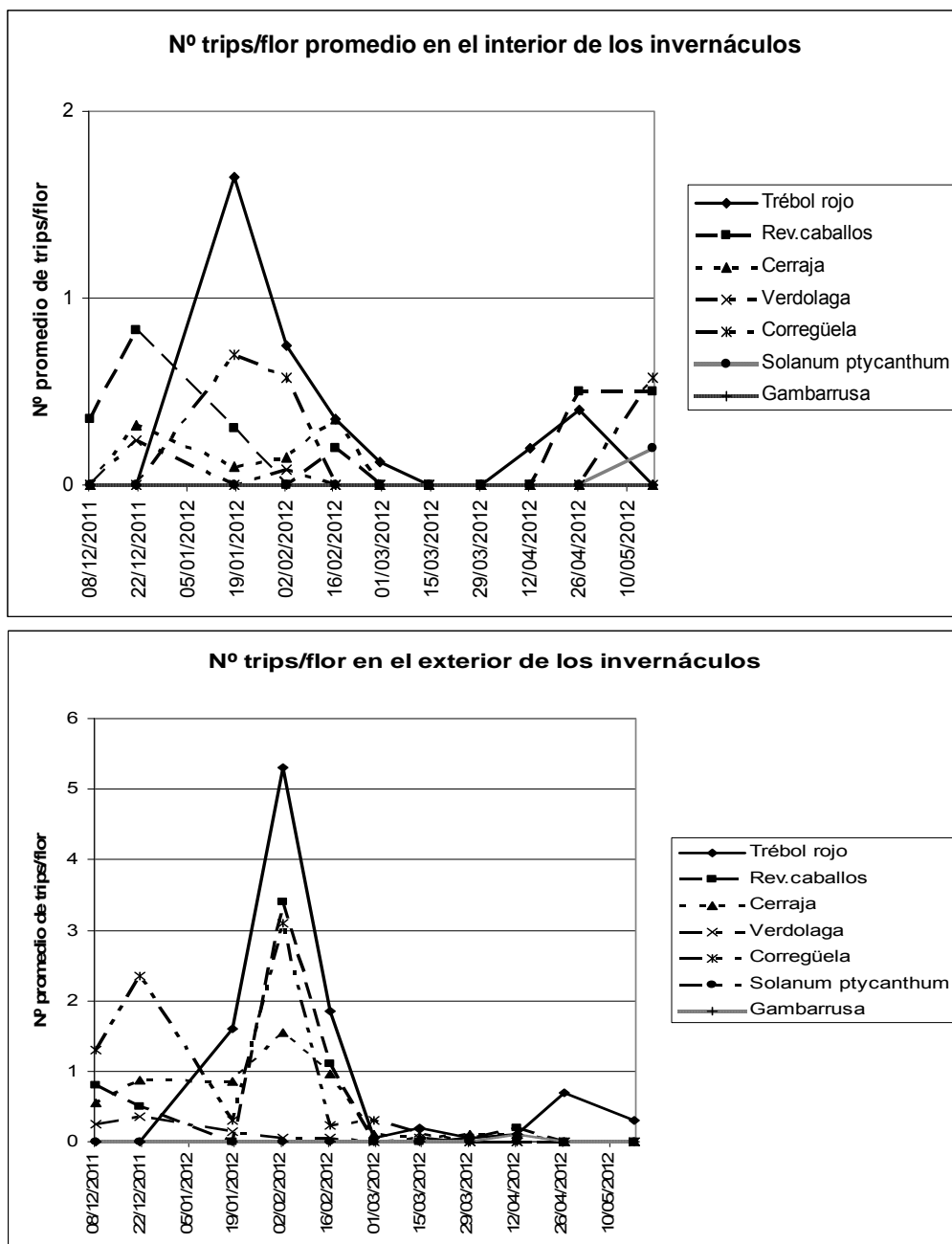


Figura 14. Evolución del número de trips por flor en malezas dentro y fuera de los invernaderos en estudio.

3) Porcentaje de plantas de morrón infectadas por *Tospovirus*:

En la figura 15 se puede observar la evolución del porcentaje del total de plantas infectadas por *Tospovirus* en ambos invernaderos (con y sin malla) y del número de trips/día en trampas amarillas. Como se puede ver el incremento de plantas infectadas se registró luego de la ocurrencia de picos en la captura de trips y fue siempre mayor en el invernáculo sin malla perimetral.

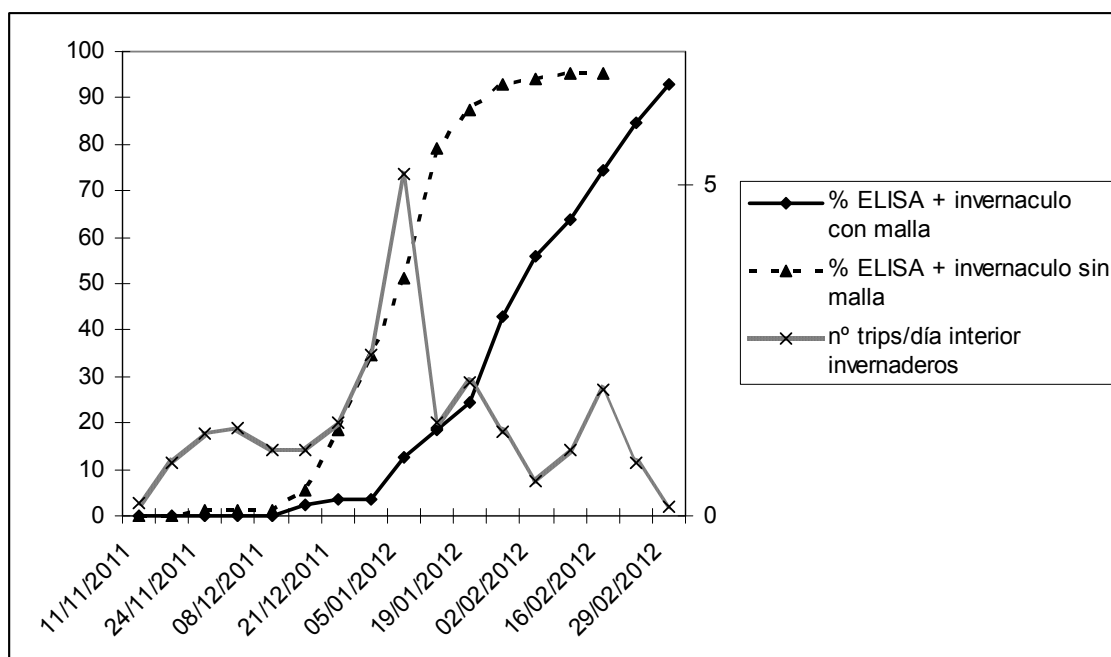


Figura 15. Porcentaje de plantas infectadas con *Tospovirus* en invernáculos con y sin malla anti-insectos relacionado con la captura de trips en trampas amarillas.

En la figura 16 se muestra la evolución del porcentaje de plantas infectadas por *Tospovirus* discriminado según si el almácigo se realizó con o sin cobertura de malla anti-insecto. No se observaron diferencias entre ambos manejos, esto pudo deberse a que al momento de trasplantar las plantas a ser estudiadas (200) ya se observaban síntomas en el cultivo del productor (miles) trasplantado unos días antes.

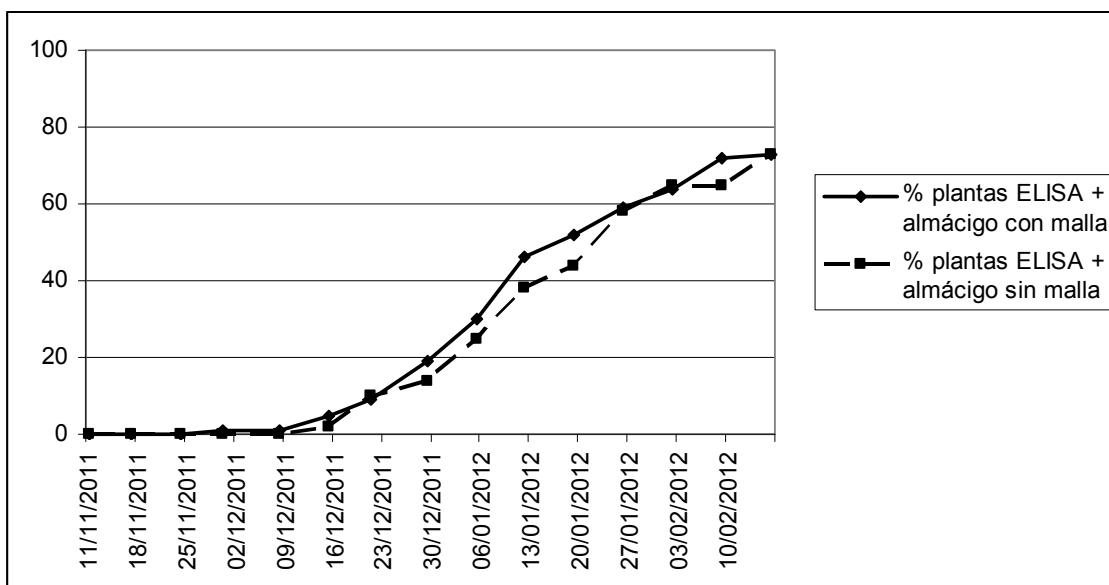


Figura 16. Porcentaje de plantas infectadas con *Tospovirus* según si su almácigo fue realizado o no bajo malla anti-insectos.

En la figura 17 se muestra la evolución de plantas infectadas según los cultivares, no se encontraron grandes diferencias entre los mismos, sí se reitera la influencia positiva del uso de malla perimetral.

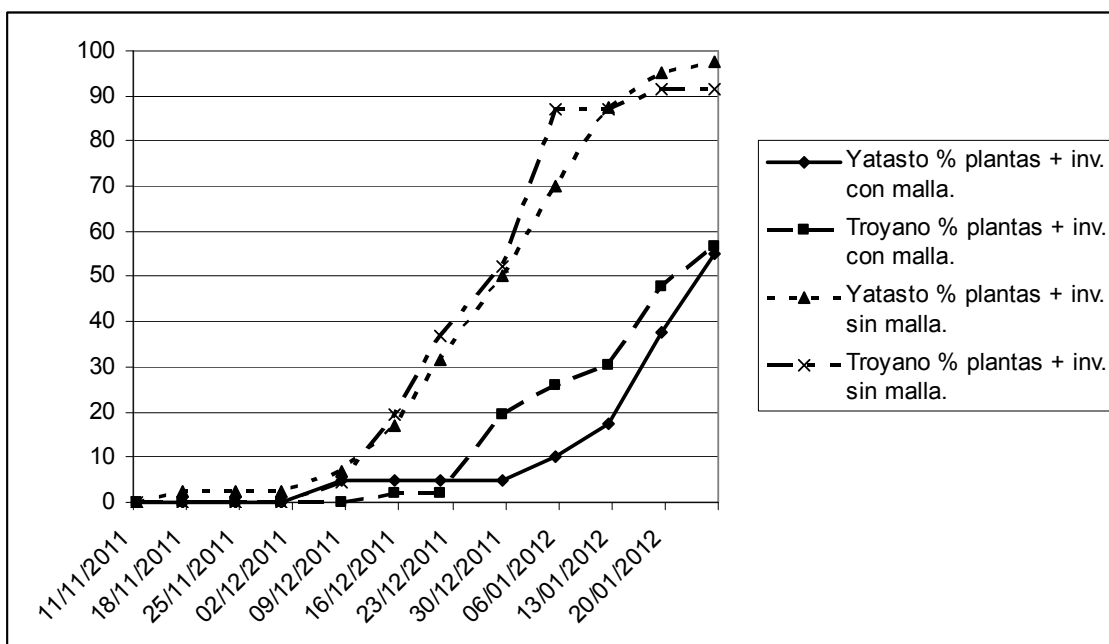


Figura 17. Porcentaje de plantas infectadas con *Tospovirus* según cultivares.

Al realizar el análisis estadístico de este parámetro en todas las evaluaciones se encontraron diferencias altamente significativas entre los valores obtenidos en el invernadero con malla anti-insecto perimetral y los del invernadero sin malla (mayores valores siempre en este último).

3) Porcentaje de plantas de morrón con síntomas de peste negra.

En la figura 18 se muestra la evolución del porcentaje total de plantas con síntomas junto al porcentaje de plantas infectadas y al número de trips/día en el interior de los invernaderos. Para una misma fecha al comienzo el porcentaje de plantas con síntomas es menor al de plantas infectadas (según la prueba ELISA) debido a que las plantas infectadas aún no expresaban los síntomas. Luego las gráficas se juntan y hacia el final se observan algunas plantas con síntomas de peste negra en las que no se detectan *Tospovirus*. Es importante considerar ese período de latencia en el cual las plantas están infectadas pero no muestran síntomas ya que éstas pueden ser fuente de inóculo para la diseminación del virus en el cultivo, obstaculizando el control de la enfermedad utilizando la erradicación.

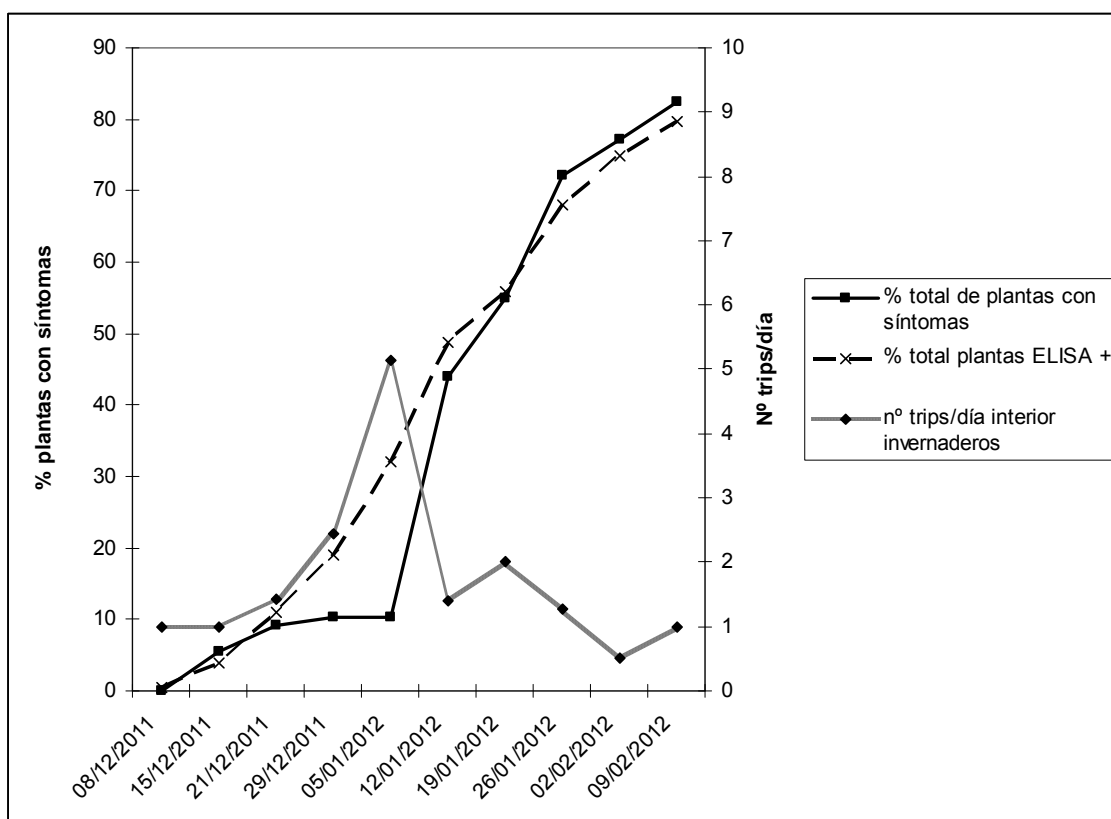


Figura 18. Evolución del porcentaje total de plantas con síntomas comparado con la evolución del porcentaje de plantas infectadas y del número de trips/día en el interior de los invernaderos.

Haciendo un análisis de regresión entre el promedio de los valores de días entre detección de virus y desarrollo de síntomas para cada fecha se puede ver que la duración de la latencia (días en que una planta infectada no muestra síntomas) varió en la temporada siendo alta al comienzo, luego disminuyó para finalmente aumentar (figura 19).

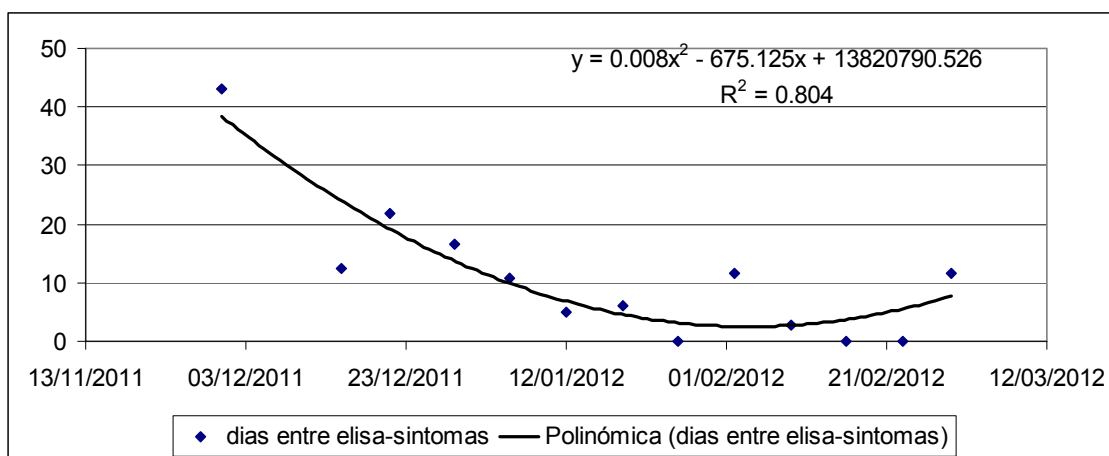


Figura 19. Duración promedio del período de latencia durante la temporada en estudio.

Al hacer una correlación entre los datos de temperatura promedio del período entre detección y presencia de síntomas se observa que el coeficiente de determinación es de 0.60, o sea el 60% de la variación en la duración de la latencia es explicada por la variación en el promedio de la temperatura en el período. En la figura 20 se muestra la ecuación estimada, según la cual al aumentar la temperatura disminuye la duración de la latencia (entre los valores estudiados).

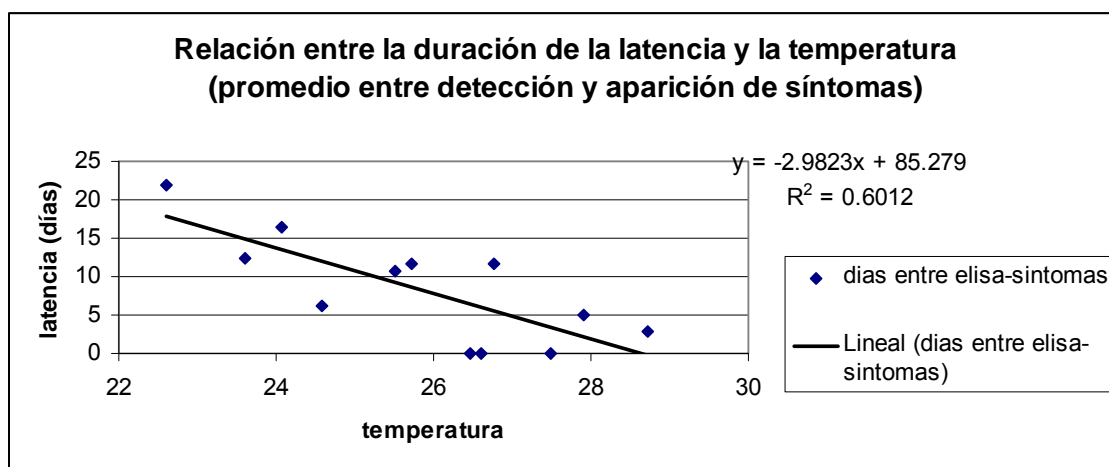


Figura 20. Relación entre la duración de la latencia y la temperatura promedio del período entre detección de virus y la aparición de síntomas de peste negra.

En la figura 21 se muestra la evolución de los síntomas en las plantas del experimento y del productor en los mismos invernaderos en estudio y su relación con la captura de trips en el interior de los invernáculos. También en el porcentaje de plantas con síntomas hubo diferencias entre las cultivadas con malla perimetral anti-insectos y sin ella. En el caso del cultivo del productor como ya se observaron plantas con síntomas al momento de trasplantar el experimento los valores fueron siempre más altos y la evolución más rápida. Pevio al incremento mayor en el número de plantas se registró un pico en las capturas de trips.

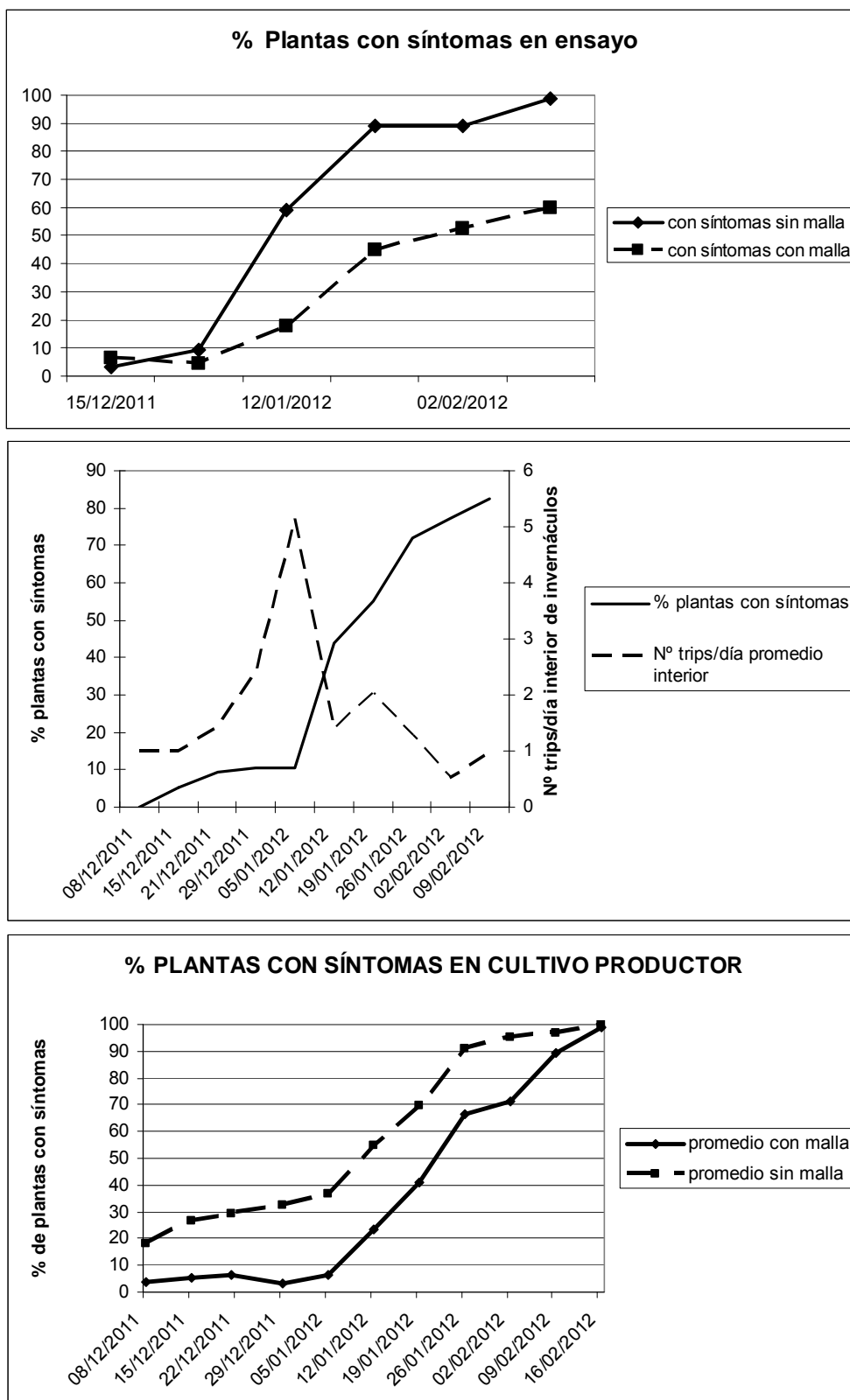


Figura 21. Evolución del porcentaje de plantas con síntomas de peste negra en el ensayo y los cultivos del productor (cultivar Troyano) y su relación con los trips/día capturados en el interior de los invernaderos.

4) Infección de malezas por *Tospovirus*:

Durante el período 28/10/11 - 9/5/12 se analizaron mediante DAS-ELISA 257 plantas de malezas colectadas adentro y fuera de ambos invernaderos con síntomas atribuibles a la infección con virus (mosaico, clorosis, variegado, deformación foliar, lesiones necróticas, etc.). De ellas en solamente 41 se detectaron *Tospovirus* (16%). La detección se dio entre el período 17/11/11- 26/4/12. Es importante recordar que la primer detección de virus en plantas de morrón del experimento fue el 24/11/11 y que los cultivos fueron levantados el 26/2/2012 (sin malla) y el 30/3/2012 (con malla).

En el cuadro 2 se muestran las especies analizadas, el porcentaje de detección de virus y las fechas en las que se registró la misma.

Se destacan como huéspedes de *Tospovirus* a la correhuela, el revientacaballos, el pasto papa, la cerraja, la verdolaga, el yuyo colorado, el cardo negro, la gambarusa, la falsa ortiga, la malva cimarrona, el senecio, *Solanum ptycanthum*, y el quiebra arados.

Es importante destacar algunas características de estas malezas desde el punto de vista de la enfermedad:

- a) abundancia durante todo el período de estudio (correhuela, revientacaballos, cerraja, verdolaga, yuyo colorado, pasto papa, malva cimarrona y *Solanum ptycanthum*),
- b) mayor porcentaje de individuos infectados/analizados (cardo negro, malva cimarrona, senecio, *Solanum ptycanthum*, quiebra arados, revienta caballos, pasto papa, verdolaga y falsa ortiga) y
- c) infección fuera del ciclo del cultivo: al comienzo (revientacaballos, cerraja, cardo negro, gambarusa, verdolaga, falsa ortiga, y malva cimarrona) y luego de finalizado (pasto papa, cardo negro, falsa ortiga, senecio y *Solanum ptycanthum*). Como se explicó estas malezas tienen importancia para cerrar el ciclo de la enfermedad y llevarla al cultivo.

En la figura 22 se muestra la evolución de detección de virus en malezas dentro y fuera de los invernaderos. Tanto dentro como fuera de los invernaderos se detectaron *Tospovirus* en malezas aún después de terminados los cultivos, lo cual junto con los vectores existentes en malezas se encargarán de mantener la enfermedad hasta el próximo cultivo.

Cuadro 2. Detección de *Tospovirus* en malezas con síntomas atribuibles a infección viral dentro y fuera de los invernaderos en estudio.

Especie	Nombre común	Número de plantas		%	Fecha de detección											
		Analiza- das	Positi- vas		17/11	08/12	15/12	21/12	5/1	19/1	2/2	16/2	14/3	30/3	9/4	26/04
Correhuela	<i>Convolvulus arvensis</i>	28	1	4								x				
Revientacaballos	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	30	3	10	x x								x			
Pasto papa	<i>Solanum nigrum</i>	16	2	13				x						x		
Cerraja	<i>Sonchus oleraceus</i>	24	2	8	x								x			
Quinoa	<i>Chenopodium album</i>	16	0	0												
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	25	3	12		x	x						x			
Chamico	<i>Datura stramonium</i>	2	0	0												
Yuyo colorado	<i>Amaranthus quitensis</i>	30	1	3							x					
Cardo negro	<i>Cirsium vulgare</i>	4	3	75	x								x		x	
Gamba rusa	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	11	1	9	x											
Falsa ortiga	<i>Stachys arvensis</i>	11	5	46		x	x						x	x		x
Malva cimarrona	<i>Anoda cristata</i>	22	5	23		x	x			x	x		x			
Trébol rojo	<i>Trifolium pratensis</i>	4	0	0												
	<i>Physalis subglabrata</i>	6	0	0												
Senecio	<i>Senecium vulgare</i>	4	2	50									x	x		
	<i>Solanum ptycanthum</i>	16	12	75			xxx	x	x	xx			x	x	x	xx
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	3	0	0												
Amor del hortelano	<i>Gallinsoga parviflora</i>	1	0	0												
Quiebra arados	<i>Sida rhombifolia</i>	4	1	25								x				
Total		257	41	16												

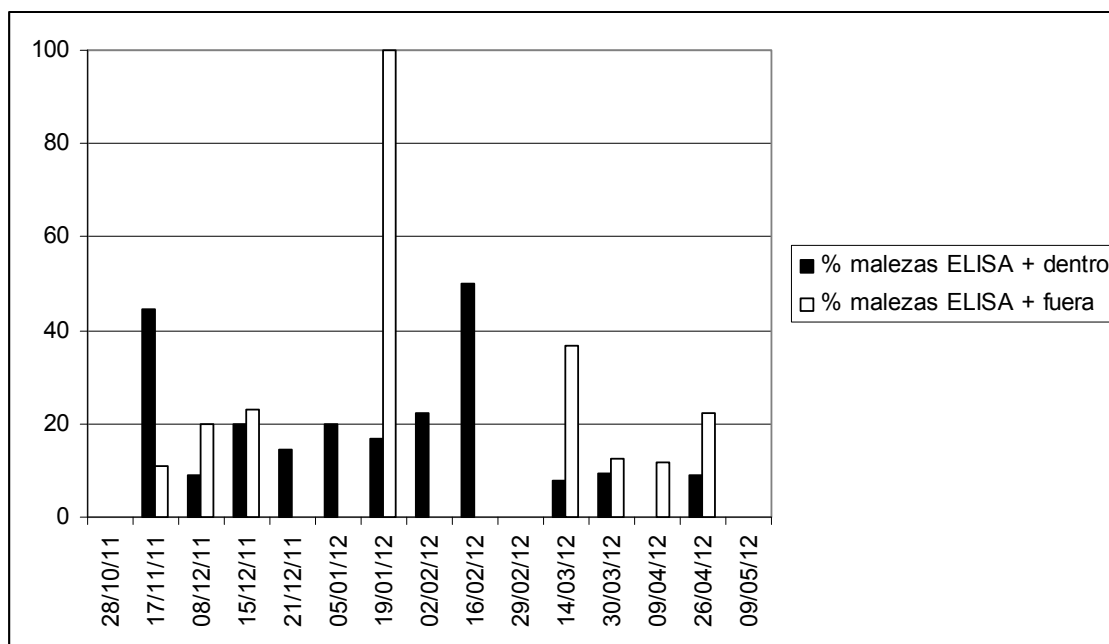


Figura 22. Evolución de la detección de *Tospovirus* en malezas dentro y fuera de los invernaderos. Datos expresados en porcentaje de plantas con detección sobre el total analizado.

Ciclo 2012-2013

1) Número de trips en trampas pegajosas:

1.2) Exterior/interior

En la figura 23 se muestra la evolución del número de trips totales/día en el **exterior** de los invernáculos durante la temporada 2012—2013, los datos son el promedio de las trampas colocadas en las cuatro paredes externas. Si se comparan con los valores observados en la temporada pasada (figura 1) se observa que en esta temporada se capturó un número menor de trips en el exterior de los invernaderos y la presencia de valores máximos no fue tan extendida.

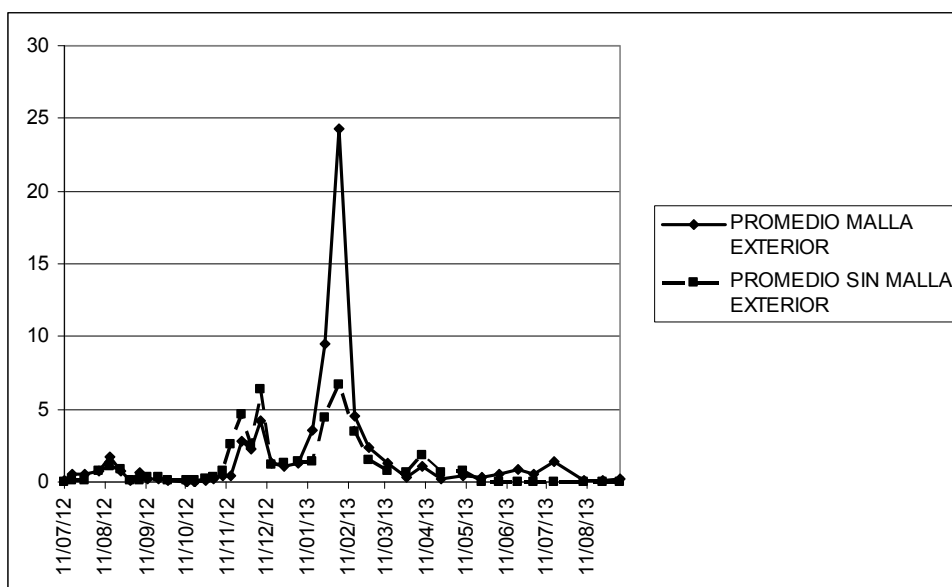


Figura 23. Número de trips totales por día en el exterior de los invernáculos (promedio malla exterior = promedio de trips capturados en la trampa colocada en el exterior del invernáculo con malla, promedio sin malla exterior = promedio de trips capturados en la trampa colocada en el exterior del invernáculo sin malla). Temporada 2012-2013.

En la figura 24 se muestra la evolución del número de trips totales/día en el **interior** de los invernáculos durante la temporada 2012-2013. Los datos son el promedio de las cuatro trampas colocadas en los cuatro puntos cardinales en el interior del invernadero. También los valores en el interior de los invernaderos son inferiores a los observados en la temporada pasada.

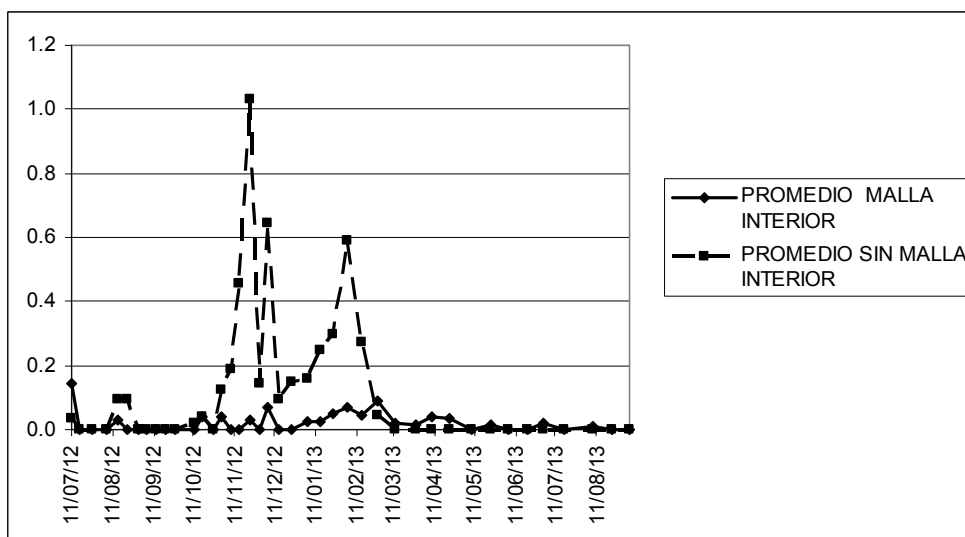


Figura 24. Número de trips totales por día en el interior de los invernáculos (promedio malla interior = promedio de trips capturados en la trampa colocada en el interior del invernáculo con malla, promedio sin malla interior = promedio de trips capturados en la trampa colocada en el interior del invernáculo sin malla). Temporada 2012-2013.

Al igual que en la temporada anterior en ambas figuras se pueden separar dos tipos de períodos, uno con capturas altas (noviembre-febrero) y otro con capturas bajas (previo al cultivo y a partir de marzo). En la figura 25 se grafican los valores de insectos capturados combinados de ambos invernáculos fuera y dentro para los períodos con valores menores de captura. También en este caso se debe tener en cuenta que a pesar de ser valores relativamente bajos en comparación con los registrados en el resto del ciclo, son muy importantes en el ciclo de la peste negra.

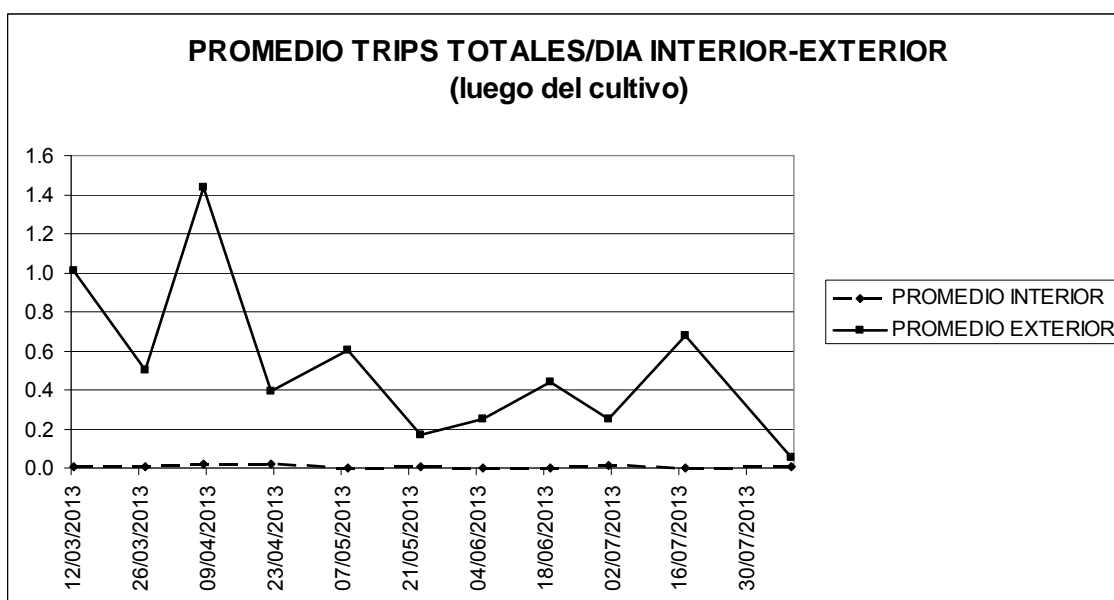
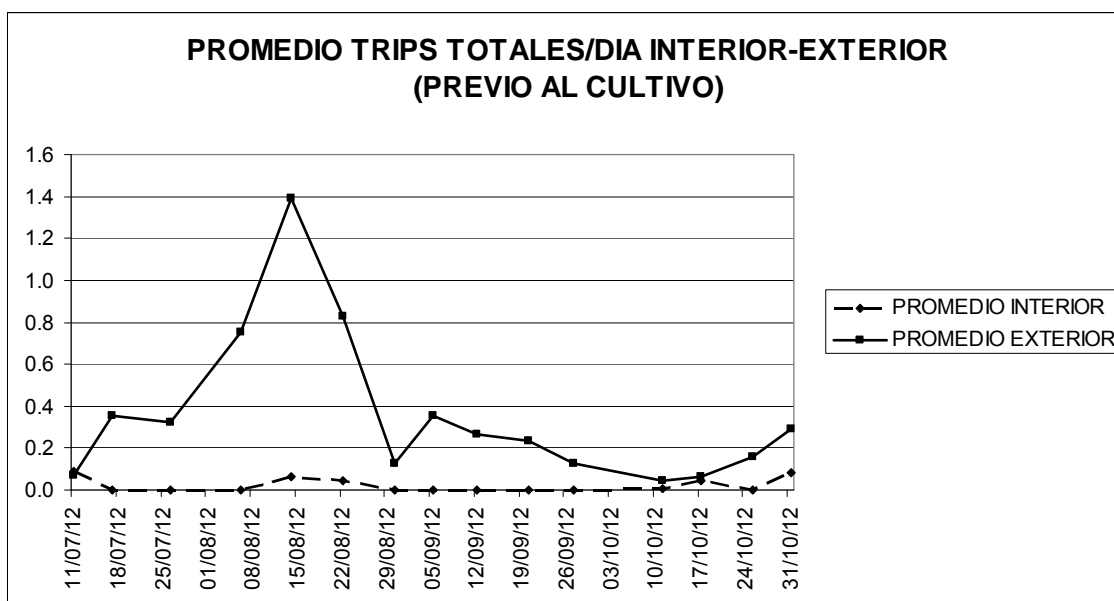


Figura 25. Evolución del número de trips/día capturados en los períodos julio-octubre y marzo-octubre 2013 (fin de ciclo y sin cultivo).

En esta temporada los valores de trips/día observados en el interior del invernáculo con malla perimetral fueron siempre menores a los del invernáculo con malla durante todo el ciclo lo cual puede ser explicado por un mejor manejo de la malla y diseño del invernáculo.

1.2) En el exterior según orientación de las trampas.

En la figura 26 se muestran las capturas de trips en el exterior del invernadero con malla según la orientación de las trampas. En esta temporada la captura de trips en este caso fue similar entre los puntos cardinales.

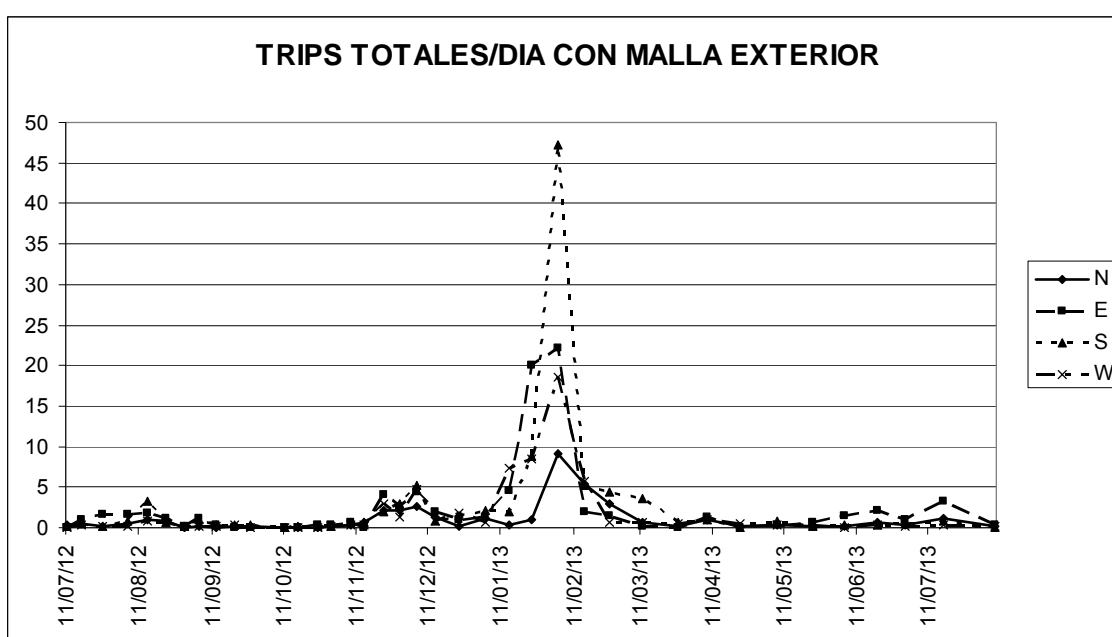


Figura 26. Número de trips totales por día en el exterior del invernáculo con malla según orientación de la trampa. Temporada 2012-2013.

En la figura 27 se muestran los valores de trips capturados en el exterior del invernadero sin malla según la orientación de las trampas. En este caso también los valores son homogéneos siguiendo igual tendencia.

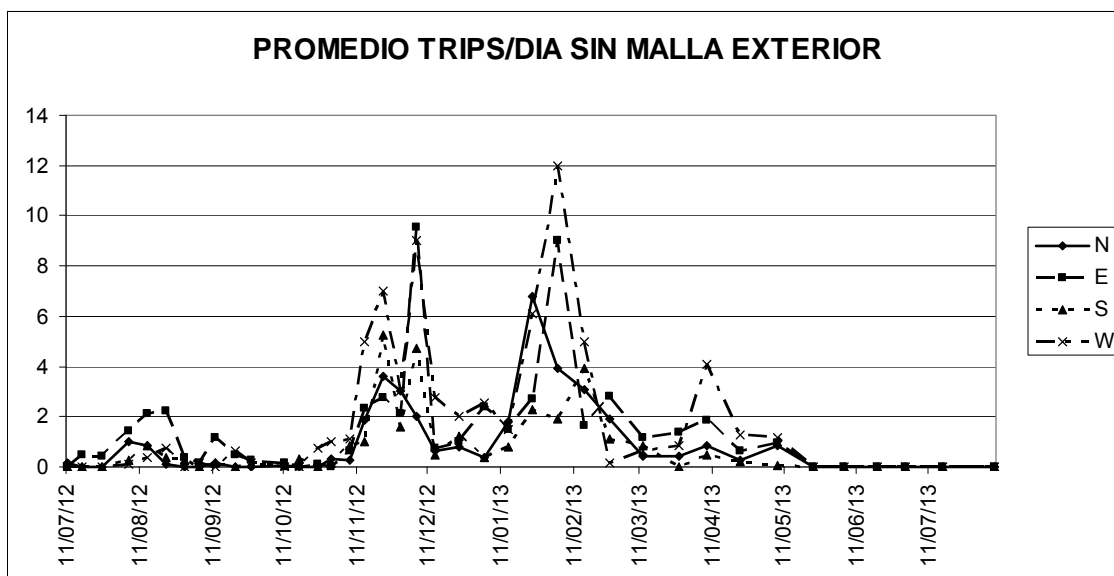


Figura 27. Número de trips totales por día en el exterior del invernáculo sin malla según orientación de la trampa. Temporada 2012-2013.

Si comparamos los valores de las figuras 26 y 27 con los de las figuras 4 y 5 vemos que son sensiblemente menores, o sea la cantidad de trips en el exterior durante la temporada 2012-2013 fue bastante más baja que la observada en período similar en 2011-2012.

Además de la característica de la temporada debemos tomar en cuenta que los invernáculos estudiados durante 2012-2013 estuvieron en otra localización del establecimiento (figura 28).

En la figura 28 se muestra la localización relativa de los invernaderos estudiados en 2012-2013 en el predio.

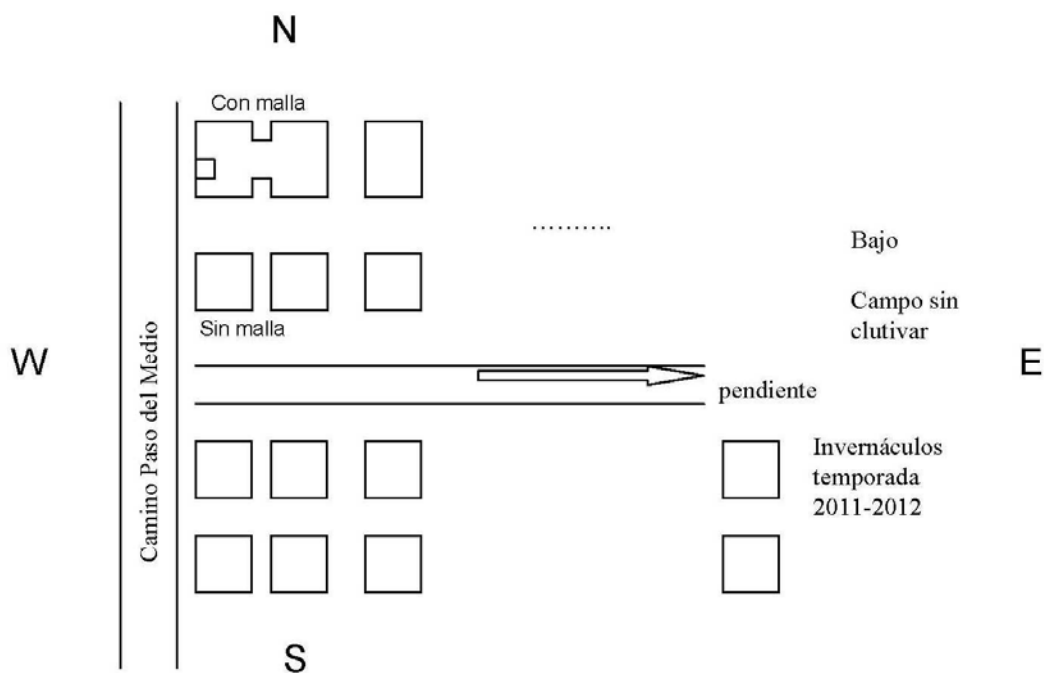


Figura 28. Ubicación relativa de los invernáculos bajo estudio en 2012-2013 en el establecimiento.

1.3) En el interior del invernáculo según orientación de las trampas.

En la figura 29 se muestra el número de trips/día capturados en el interior del invernadero con malla perimetral según la posición de las trampas en el cultivo. No se observan diferencias destacables entre los registros según la posición de las trampas. Los valores obtenidos en esta temporada son muy inferiores a los de la temporada pasada. Los primeros registros se obtuvieron en las trampas orientadas al sur y oeste.

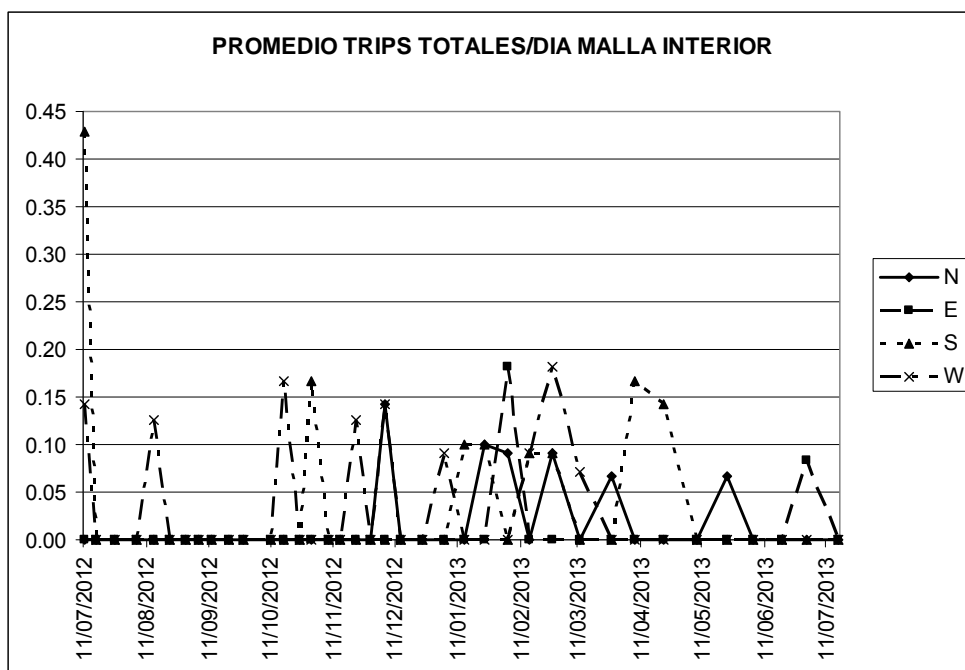


Figura 29. Número de trips totales por día en el interior del invernáculo con malla según ubicación de la trampa en el cultivo. Temporada 2012-2013.

En la figura 30 se muestra el número de trips/día capturados en el interior del invernadero sin malla según la posición de las trampas en el cultivo. Como se observa, la mayor captura se registró en las trampas orientadas hacia el sur y al norte (eje principal del invernáculo). Nuevamente debemos tener en cuenta que estos valores son muy inferiores a los observados en iguales condiciones en la temporada pasada.

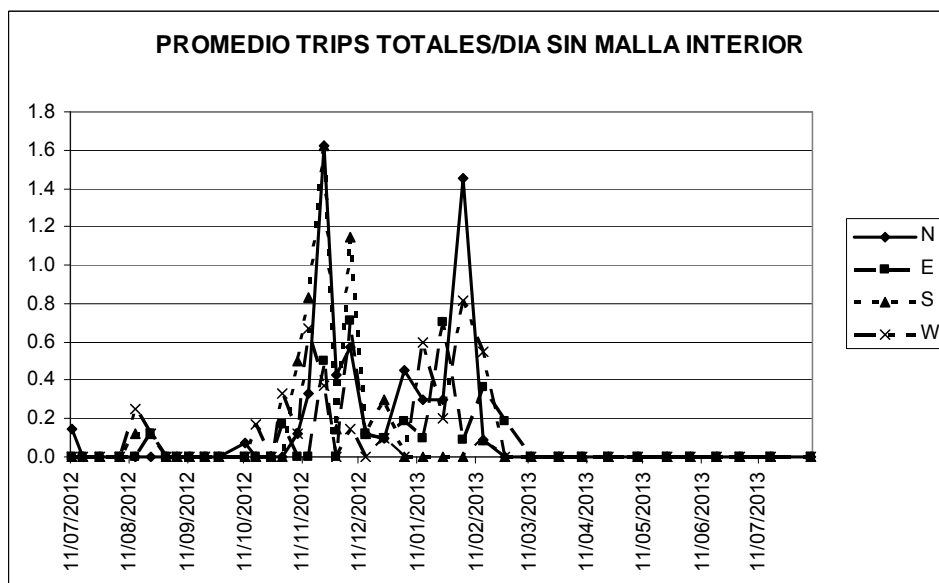


Figura 30. Número de trips totales por día en el interior del invernáculo sin malla según ubicación de la trampa en el cultivo. Temporada 2012-2013.

Si bien es difícil encontrar una explicación única para las diferencias observadas, se puede decir que al igual que en la temporada anterior existe una tendencia a tener mayor captura de trips en las trampas con orientación N y S cuando el eje mayor de los invernáculos está en esa dirección. El diseño del invernáculo con malla usado en esta temporada hizo que esa tendencia no se observara y las capturas fueran influenciadas por otros factores (puerta de ingreso). De todas formas los valores tan bajos obtenidos en esta temporada hacen difícil hacer un mayor análisis.

1.4) Tipos de trips.

En la figura 31 se muestra la evolución general de la captura en trampa pegajosa según tipo de trips en el exterior de los invernáculos con malla y sin malla (datos promedio de las trampas). Existió una tendencia a registrarse un mayor número de trips “amarillos” (probablemente *Frankliniella* spp.) pero la evolución del número de ambos fue similar.

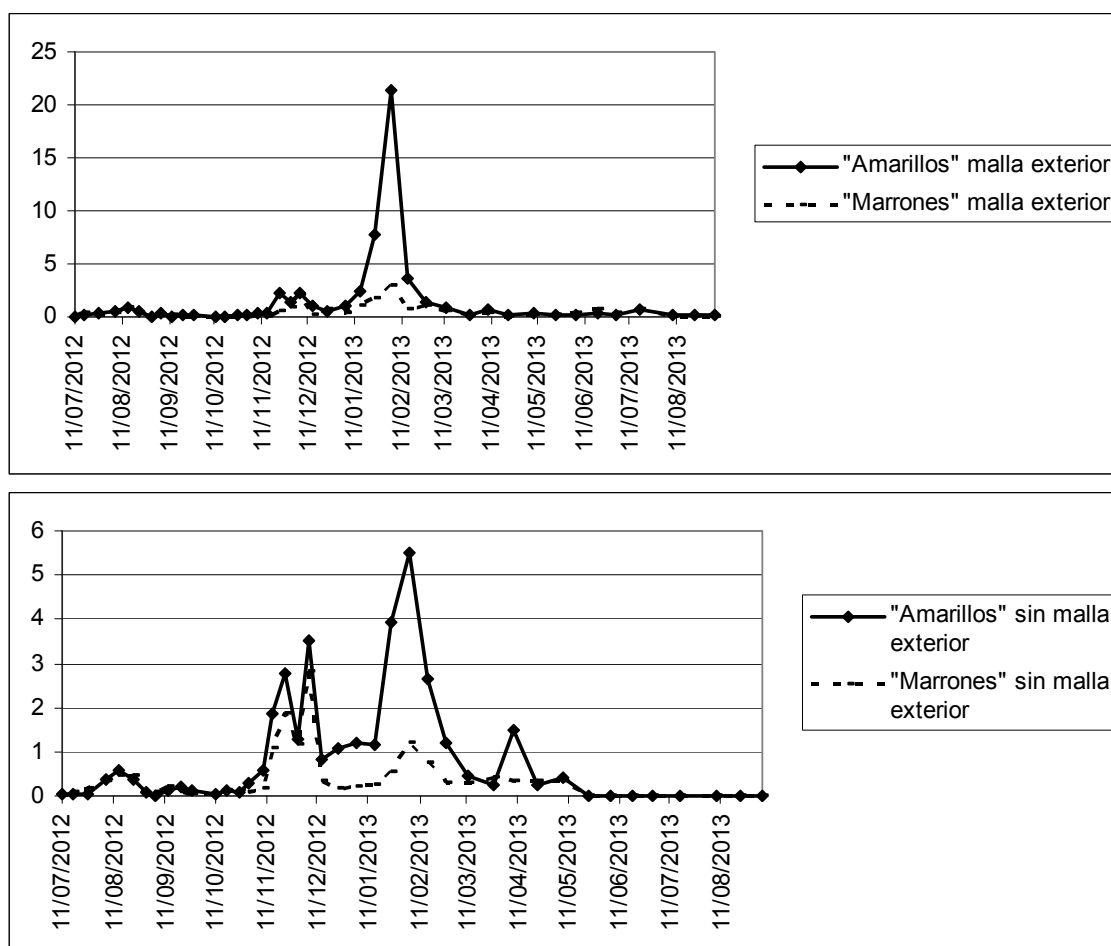


Figura 31. Número de trips/día capturados en el exterior de los invernáculos según tipo de insecto. Temporada 2012-2013.

En la figura 32 se puede observar el número de trips por día colectados en el interior de los invernáculos separado según tipo de insecto. Nuevamente se puede ver que los valores son muy inferiores a los registrados durante 2011-2012, y que el número de insectos dentro del invernadero con malla es sensiblemente menor al registrado en el invernadero sin malla.

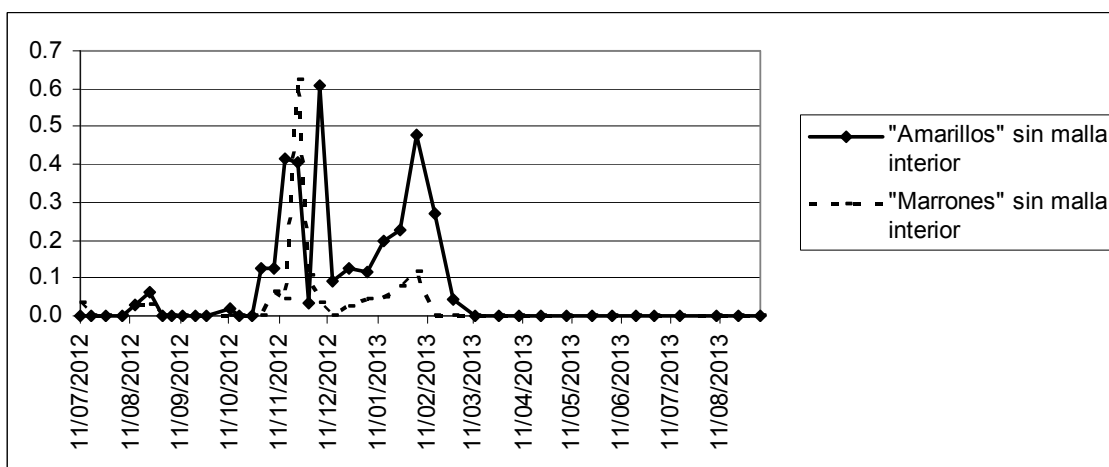
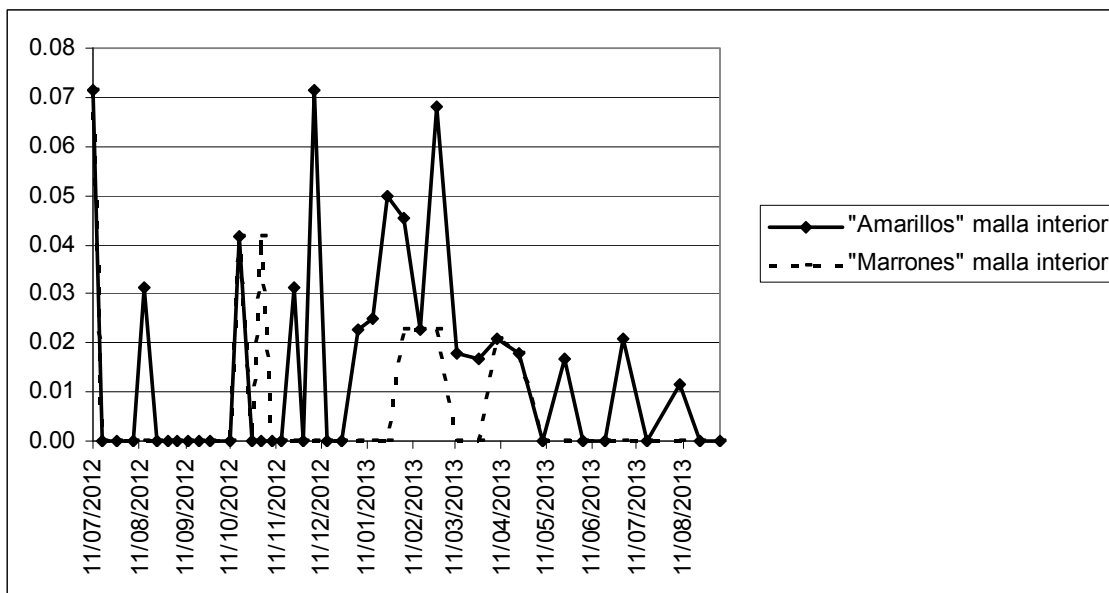


Figura 32. Número de trips/día capturados en el interior de los invernáculos según tipo de insecto. Temporada 2012-2013.

1.5) Correlación entre datos de captura de trips.

Con los datos de los trips capturados en las diferentes trampas se realizaron cálculos de correlación para conocer si existían relaciones entre la captura de insectos dentro y fuera de los invernaderos.

Se encontró correlación estadísticamente significativa entre los valores de trips/día capturados en el exterior y en el interior de ambos invernáculos:

- promedio de ambos invernáculos ($R^2= 0.46$, nº trips al interior = $0.0286 \times \text{n}^\circ \text{ trips exterior} + 0.0264$, $p < 0.0001$).
- con malla ($R^2= 0.14$, nº trips al interior = $0.0028 \times \text{n}^\circ \text{ trips exterior} + 0.0152$, $p=0.018$) y
- sin malla ($R^2=0.73$, nº trips al interior = $0.1095 \times \text{n}^\circ \text{ trips exterior} + 0.0108$, $p=<0.0001$).

Nuevamente la relación entre el número de trips afuera y adentro de los invernaderos en estudio es mayor en el invernáculo sin malla. El 73% de la variación en los valores de captura de trips en el interior del invernadero sin malla está explicada por la variación en la captura obtenida en el exterior. Mientras que ese coeficiente en el invernáculo con malla es de 14%.

También se encontró correlación entre los valores de temperatura promedio (registrada en el interior del invernadero con malla) durante el período en que estuvieron expuestas las trampas y los valores de trips/día capturados, tanto en el exterior como el interior de los invernaderos en estudio. No se encontró correlación entre la temperatura promedio del período de trampeo y el número de trips/día capturados en el invernadero con malla.

- exterior (promedio de ambos invernaderos) ($R^2= 0.24$, nº trips capturados en exterior de invernaderos = $0.28 \times \text{temperatura promedio período de trampeo} - 3.64$, $p=0.0012$).
- interior (promedio de ambos invernaderos) ($R^2= 0.25$, nº trips capturados en interior de invernaderos = $0.01 \times \text{temperatura promedio período de trampeo} - 0.15$, $p=0.0011$).
- exterior del invernadero con malla ($R^2= 0.17$, nº trips capturados en exterior de invernadero con malla = $0.34 \times \text{temperatura promedio período de trampeo} - 4.49$, $p=0.009$).
- interior del invernadero con malla. No se encontró relación estadísticamente significativa.
- exterior del invernadero sin malla ($R^2= 0.38$, nº trips capturados en exterior de invernadero sin malla = $0.04 \times \text{temperatura promedio período de trampeo} - 2.79$, $<p=0.0001$).
- interior del invernadero sin malla ($R^2= 0.26$, nº trips capturados en interior de invernadero sin malla = $0.02 \times \text{temperatura promedio período de trampeo} - 0.305$, $p=0.0009$).

En la figura 33 se grafican los valores de captura de trips/día en el interior de los invernaderos y la temperatura promedio del período. Al igual que ocurrió en la temporada anterior la mayor captura se registró cuando la temperatura promedio del período al interior del invernáculo superó los 20°C.

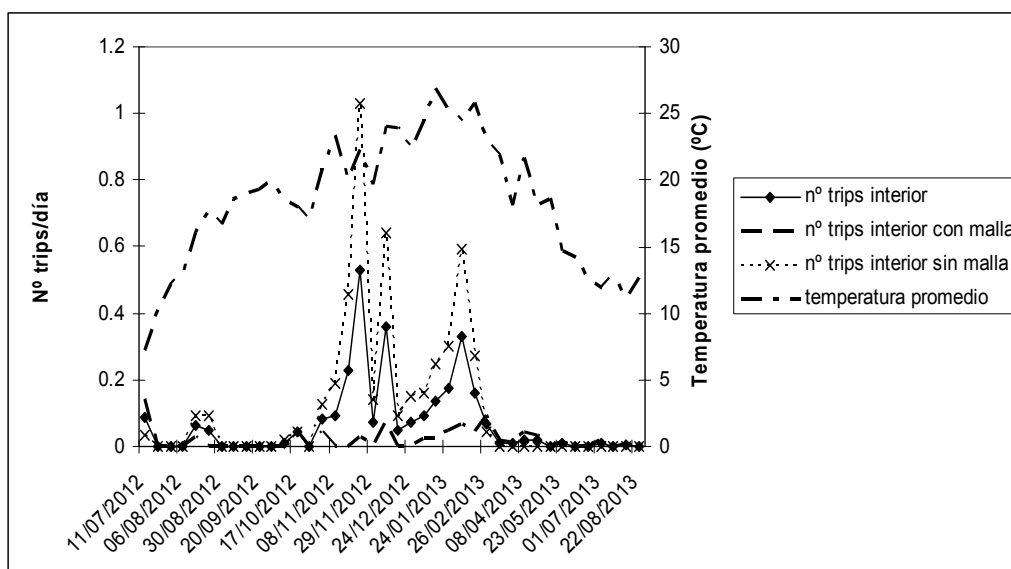


Figura 33. Evolución del número de trips/día en trampas amarillas en el interior de invernáculos con y sin malla y de la temperatura media en el período dentro del invernáculo con malla. Temporada 2012-2013.

2) Número de trips en flores de morrón:

En las figuras 34 y 35 se muestra el número de trips en diez flores de morrón durante el período de estudio en comparación con lo observado en trampa pegajosa.

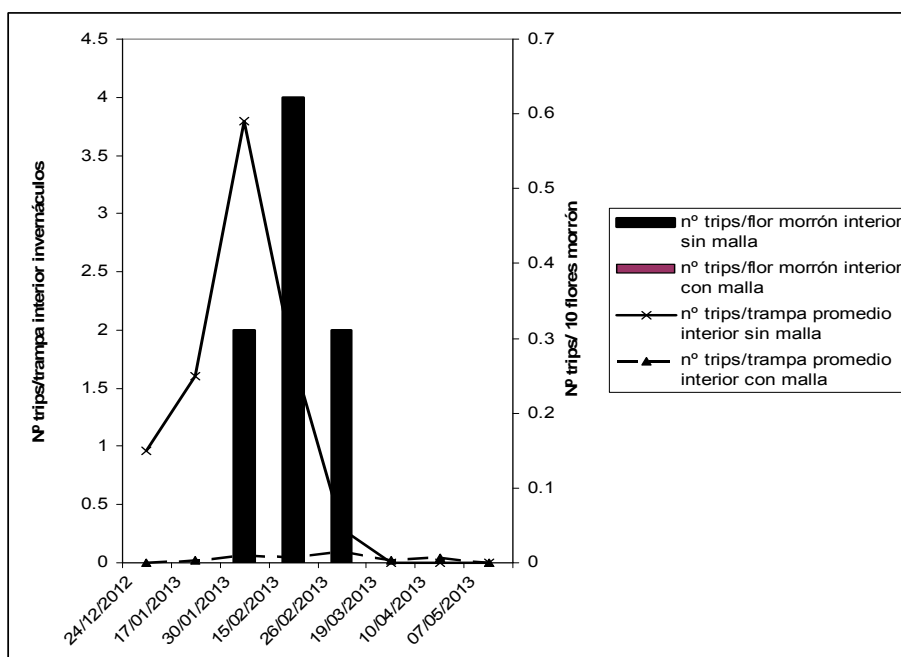


Figura 34. Número de trips totales/día en trampas pegajosas y en flores de morrón en el interior de los invernáculos en estudio. Temporada 2012-2013.

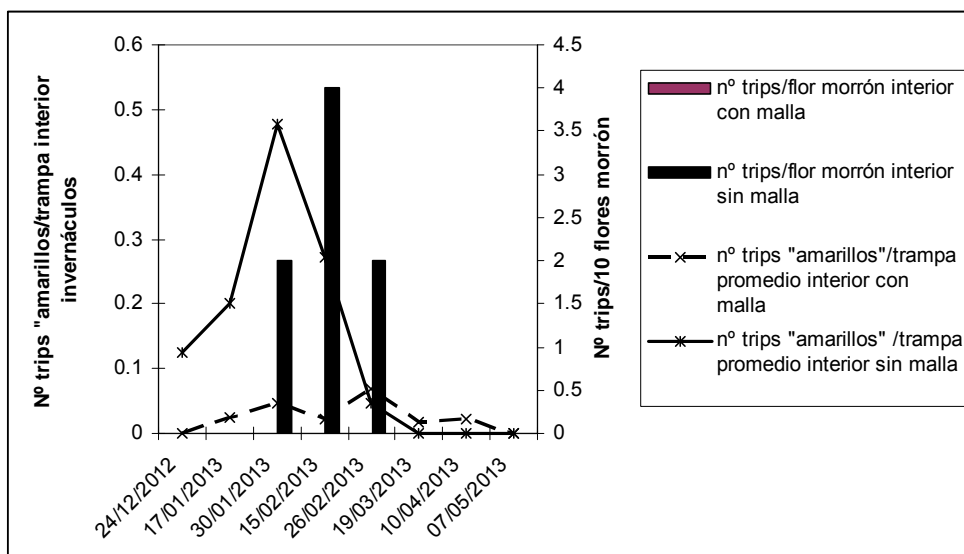


Figura 35. Número de trips “amarillos”/día en trampas pegajosas en el interior de los invernaderos en estudio y en flores de morrón. Temporada 2012-2013.

A pesar de no haber sido un muestreo frecuente se puede ver que la evolución del número de trips/día en trampa en el interior de los invernaderos sigue una tendencia similar a la evolución en flor pero en esta temporada primero se registraron valores altos en trampa y luego en flor). Debemos tener en cuenta que los valores 2012-2013 son mucho más bajos que los registrados en la temporada anterior.

2.2) En flores de malezas:

En el cuadro 3 se muestran los valores de número de trips/flor colectados en flores de malezas en valores absolutos y en porcentaje.

Cuadro 3. Porcentaje del total de trips por diez flores colectados durante el período.

Maleza	%	% total durante el cultivo 2012-2013	% del total después del cultivo 2012-2013
cerraja	80	83	19
trébol rojo	13	10	76
trébol blanco	2	2	0
<i>S. ptycanthum</i>	1	1	0
falsa ortiga	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	0	0	0
manzanilla	0	0	0
malva cimarrona	0	0	0
mostacilla	0	0	0
revientacaballos	1	1	5
verdolaga	0	0	0
gambarusa	0	0	0
corriguela	2	2	0
artemisia	0	0	0

Maleza	Nº total trips/flores interior	% del total en el interior invernáculos	Nº total trips/flores exterior	% del total en el exterior invernáculos
cerraja	0	0	509	82
trébol rojo	1	11	79	13
trébol blanco	0	0	14	2
<i>S. ptycanthum</i>	6	67	2	0
falsa ortiga	0	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	0	0	0	0
manzanilla	0	0	0	0
malva cimarrona	0	0	0	0
mostacilla	0	0	0	0
revientacaballos	0	0	9	1
verdolaga	0	0	0	0
gambarusa	0	0	1	0
corriguela	2	22	10	2
artemisia	0	0	0	0

Nuevamente las malezas en las que se colectó el mayor número de trips en flores fueron trébol rojo, trébol blanco, correhuela, revienta caballos, cerraja, y *Solanum ptycanthum*. En esta temporada también el número de individuos colectados en el interior de los invernáculos fue sensiblemente menor al colectado en el exterior (cuadro 3 y figura 36).

En la figura 36 se muestra la variación en la cantidad de trips por flor en las diferentes malezas dentro y fuera de los invernáculos.

Se debe resaltar que los valores de trips en flores al igual que los capturados en trampas para esta temporada fueron muy inferiores a los de la temporada 2011-2012 lo cual seguramente contribuyó a la menor diseminación de la enfermedad en este ciclo.

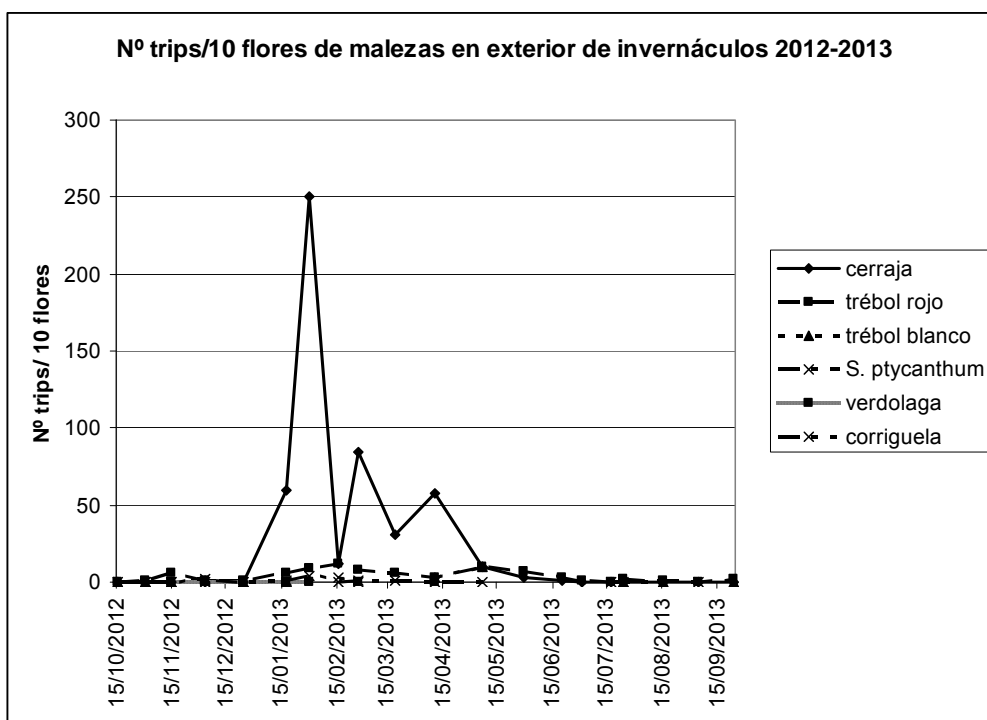
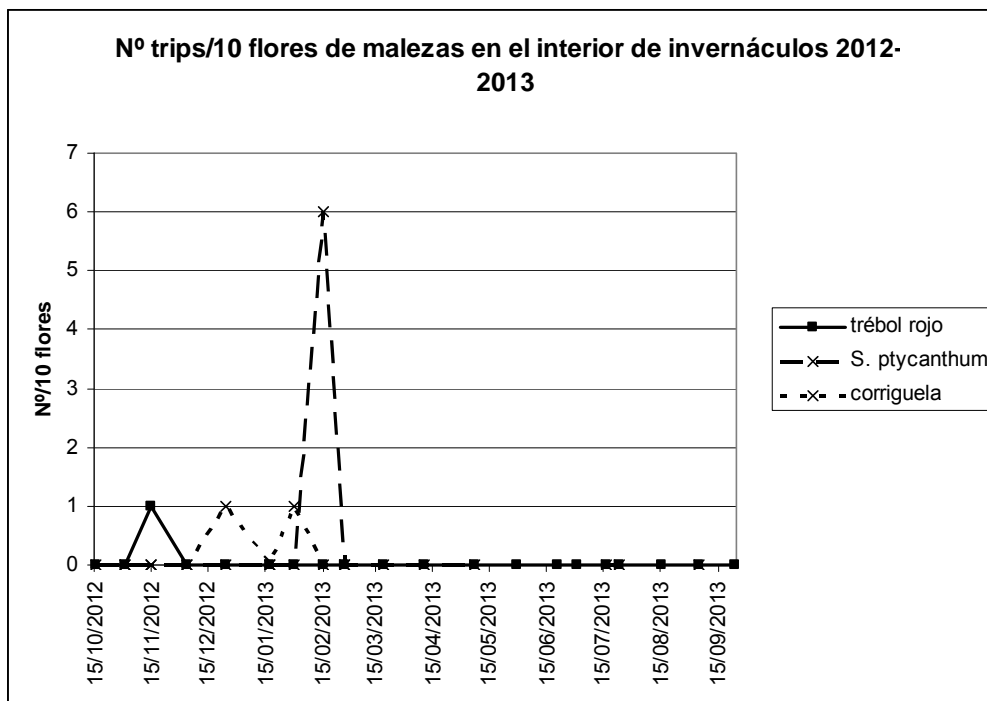


Figura 36. Evolución del número de trips por flor en malezas dentro y fuera de los invernaderos en estudio. Temporada 2012-2013.

3) Porcentaje de plantas de morrón infectadas por *Tospovirus*:

En la figura 37 se puede observar la evolución del porcentaje del total de plantas infectadas por *Tospovirus* en ambos invernaderos (con y sin malla) y del número de trips/día en trampas amarillas. El porcentaje de plantas infectadas por *Tospovirus* en esta temporada es muy inferior al registrado en la temporada anterior, como máximo se llega alrededor del 10% de plantas infectadas. Aquí también la evolución del número de plantas infectadas está muy ligada a la ocurrencia de picos en la cantidad de trips capturados. En este caso, en el invernadero con malla la infección ocurrió primero, eso fue debido al ingreso de plantas infectadas en almácigo como se puede ver en la figura 38.

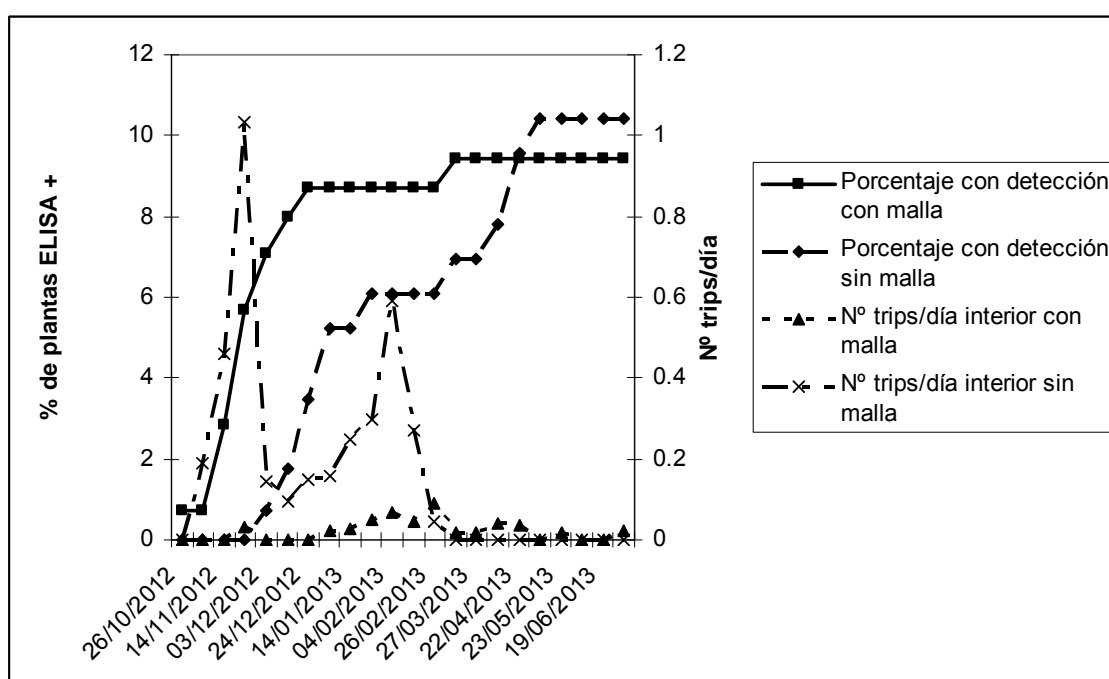


Figura 37. Porcentaje de plantas infectadas con *Tospovirus* en invernáculos con y sin malla anti-insectos relacionado con la captura de trips en trampas amarillas. Temporada 2012-2013

En la figura 38 se muestra la evolución del porcentaje de plantas infectadas por *Tospovirus* discriminado según si el almácigo se realizó con o sin cobertura de malla anti-insecto. Se puede observar que en el grupo cuyo almácigo fue hecho sin cobertura con malla ya en el comienzo se partió con plantas infectadas desde el almácigo, eso hizo que el porcentaje de este grupo fuera siempre superior.

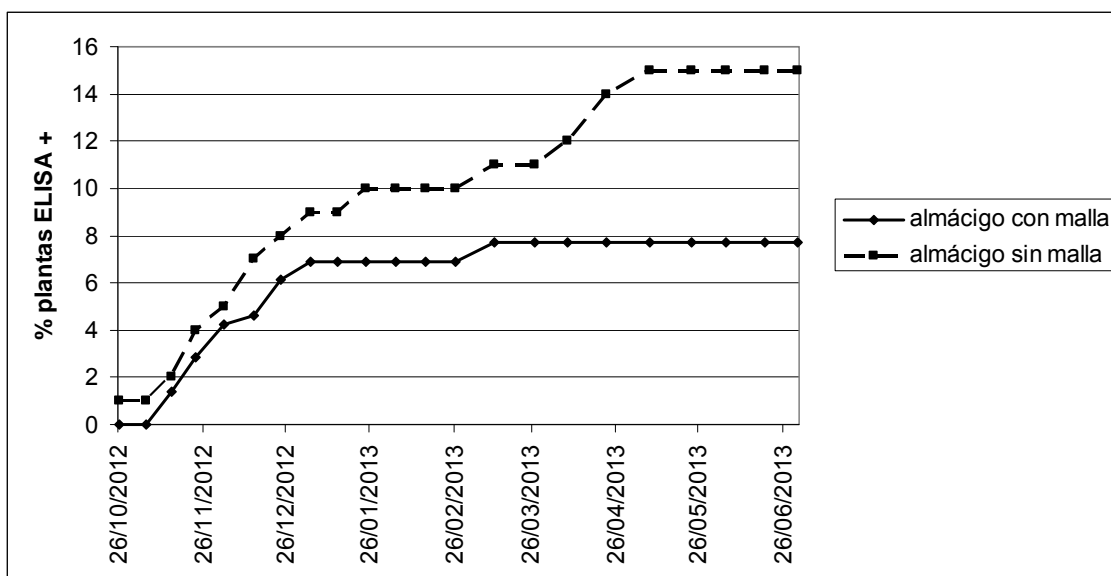


Figura 38. Porcentaje de plantas infectadas con *Tospovirus* según si su almácigo fue realizado o no bajo malla anti-insectos. Temporada 2012-2013.

En la figura 39 se muestra la evolución de plantas infectadas según los cultivares. El número final de plantas enfermas fue de aproximadamente 5% en Kaiman, 10% en Yatasto y 15% en Troyano.

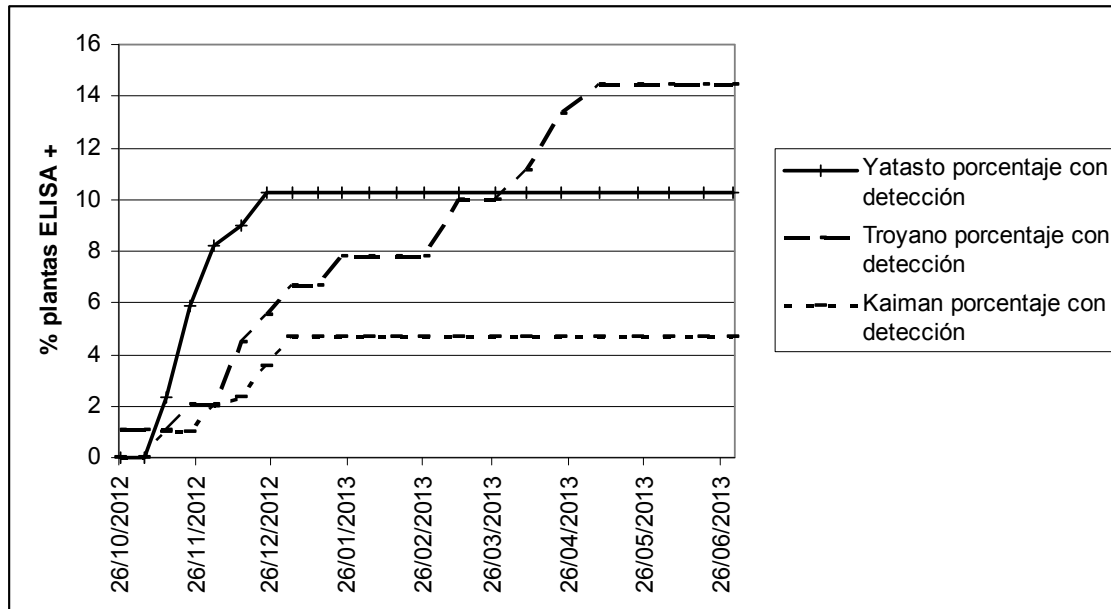


Figura 39. Porcentaje de plantas infectadas con *Tospovirus* según cultivares. Temporada 2012-2013.

Al realizar el análisis estadístico de este parámetro en todas las evaluaciones solamente se encontraron diferencias altamente significativas entre los valores obtenidos en el invernadero con malla anti-insecto perimetral y los del invernadero sin malla en las evaluaciones correspondientes al 23/11, 3/12 y 14/12. En este caso con valores mayores

en el invernadero con malla. Lo cual según se explicó fue debido a la introducción de plantas infectadas provenientes de almácigos realizados sin cobertura anti-insectos.

3) Porcentaje de plantas de morrón con síntomas de peste negra.

En la figura 40 se muestra la evolución del porcentaje total de plantas con síntomas junto al porcentaje de plantas infectadas y el número de trips/día en el interior de los invernaderos. En esta temporada para una misma fecha el porcentaje de plantas con síntomas es menor al de plantas infectadas (según la prueba ELISA) lo cual como ya se explicó es debido a que las plantas infectadas aún no expresaban los síntomas. Dado que se partió con plantas ya infectadas en el almácigo al comienzo del experimento esta diferencia es casi nula.

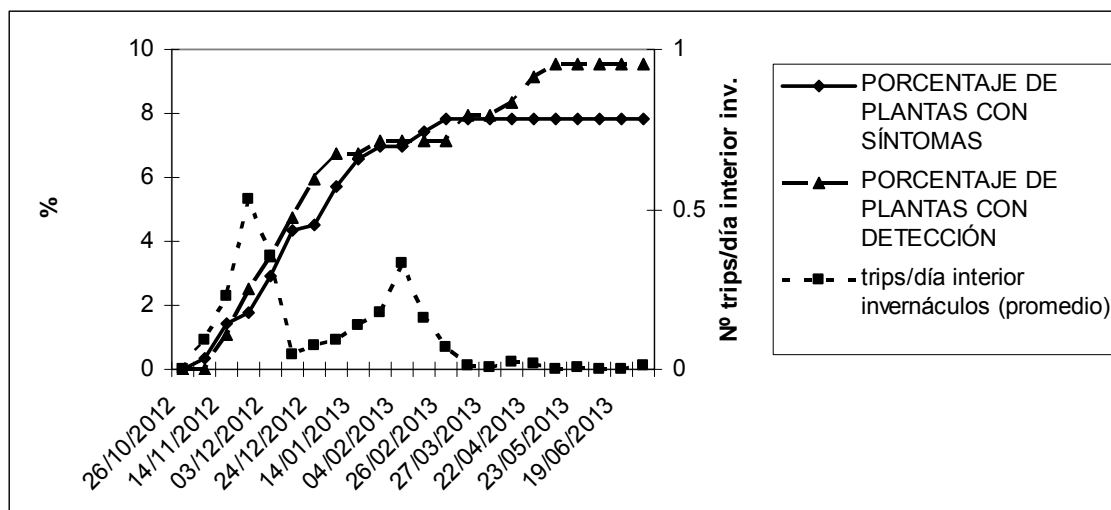


Figura 40. Evolución del porcentaje total de plantas con síntomas comparado con la evolución del porcentaje de plantas infectadas y del número de trips/día en el interior de los invernaderos. Temporada 2012-2013.

En la figura 41 se muestra la evolución del porcentaje de plantas con síntomas de peste negra según hayan sido cultivadas bajo malla en almácigo o en invernadero. Se debe resaltar que el primer foco de la enfermedad fue encontrado en el invernadero con malla en plantas provenientes del almácigo realizado sin cobertura anti-insectos, la infección luego se propagó a plantas vecinas entre ellas algunas producidas en almácigo bajo malla. Es por ello que en esta temporada no se observó el efecto beneficioso de la malla perimetral en el invernáculo. Sí se observó en el invernáculo sin malla el efecto beneficioso en la prevención de la enfermedad del uso de mallas en almácigo (ver figura 42)

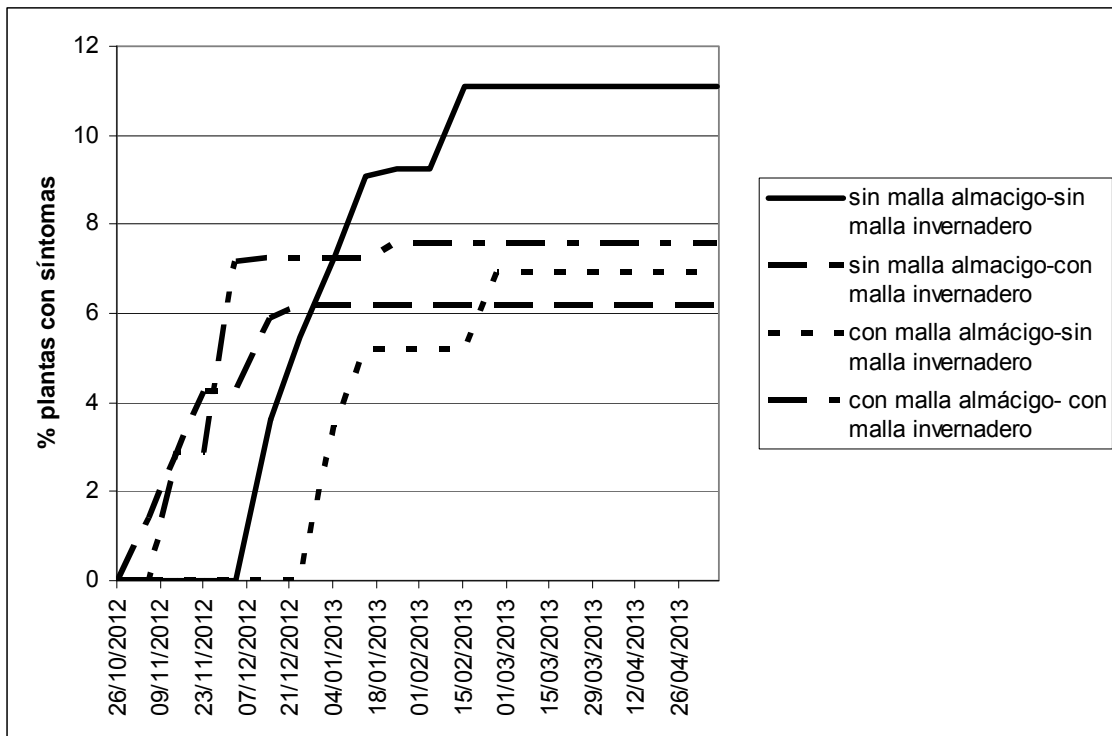


Figura 41. Evolución del porcentaje total de plantas con síntomas entre los tratamientos. Temporada 2012-2013

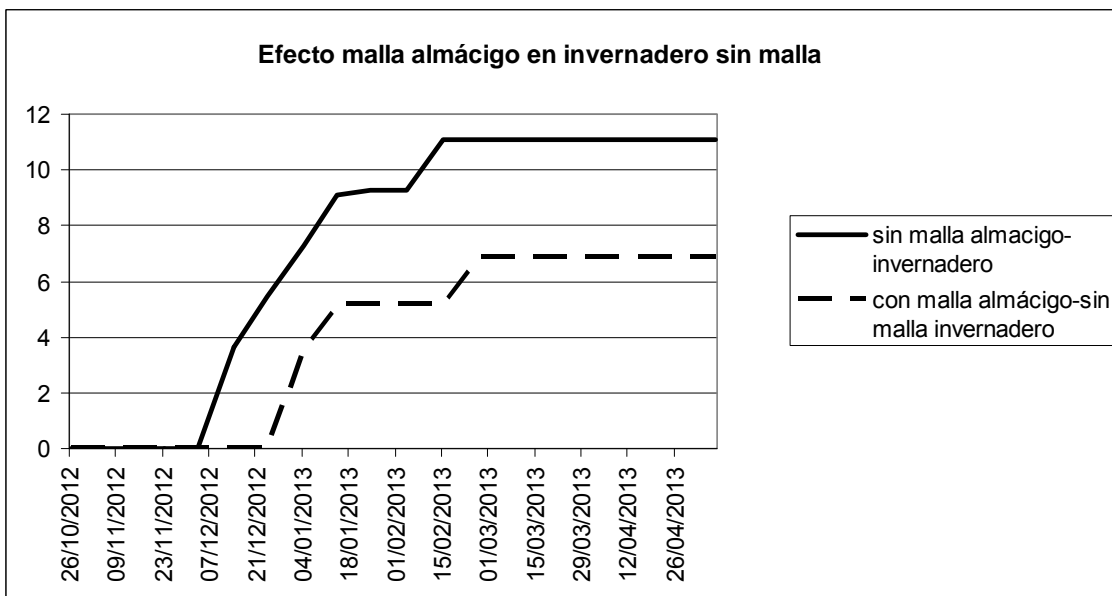


Figura 42. Evolución del porcentaje de plantas con síntomas dentro del invernadero sin malla según tipo de almacigo.

En la figura 43 se puede observar la evolución del porcentaje de plantas con peste negra discriminado según el cultivar. A pesar de que numéricamente los gráficos son diferentes no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para este parámetro.

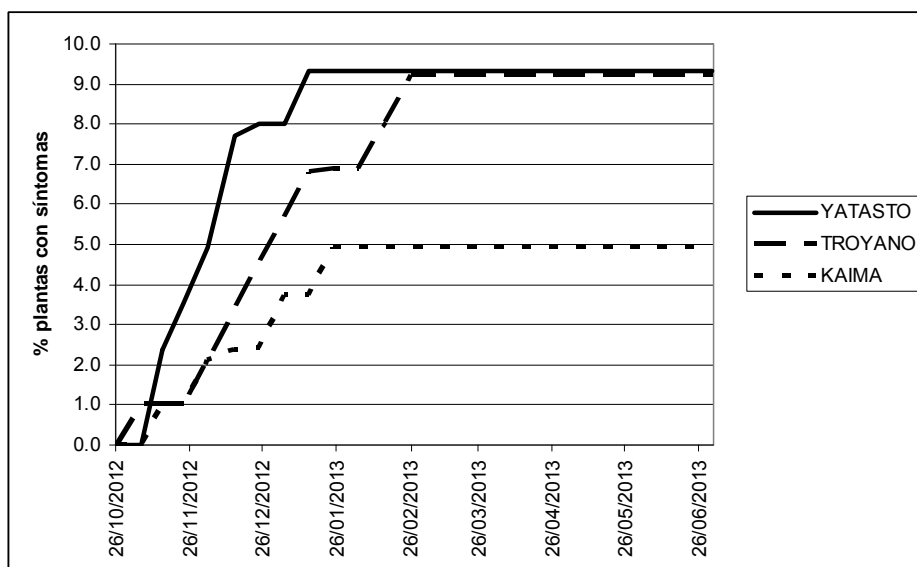


Figura 43. Evolución del porcentaje de plantas con síntomas (promedio ambos invernáculos) según cultivar.

Dada la particularidad de los datos de la temporada 2012-2013 (bajo porcentaje de infección y de plantas con síntomas y poca evolución en el ciclo) no se encontró relación alguna entre la duración de la latencia, la fecha del ciclo y la temperatura.

En la figura 44 se muestra la evolución de los síntomas en las plantas del productor en los invernaderos en estudio. También en el cultivo del productor la incidencia de la enfermedad fue baja, incluso menor que en el experimento.

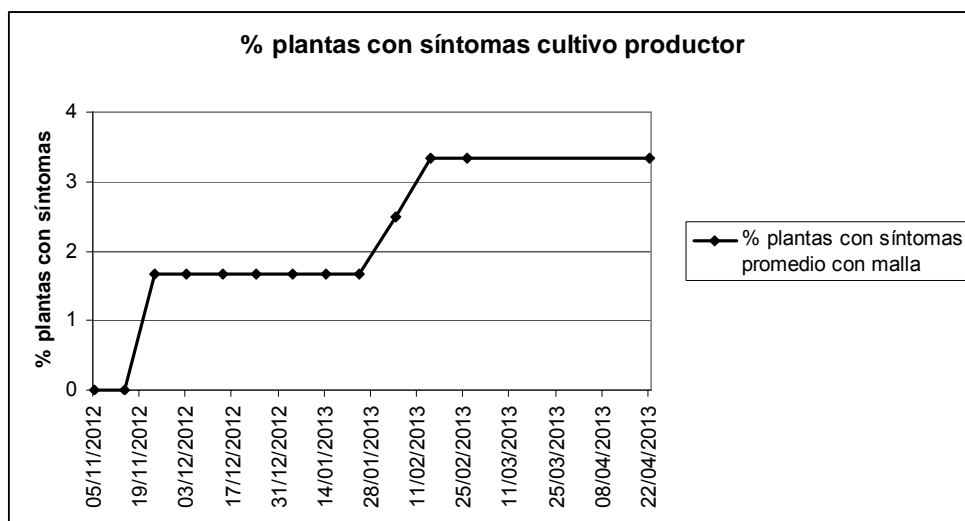


Figura 44. Evolución del porcentaje de plantas con síntomas de peste negra en los cultivos del productor (cultivar Troyano). Temporada 2012-2013.

4) **Infección de malezas por *Tospovirus*:**

En esta temporada se observaron muy pocas malezas y dentro de ellas muy pocas que presentaran síntomas atribuibles a la infección con *Tospovirus*. Por ello no se realizó un muestreo y análisis como en la temporada pasada.

Comentarios finales

- Las dos temporadas estudiadas presentaron características muy diferentes en cuanto a la enfermedad.
- La temporada 2011-2012 se caracterizó por:
 - Una infección muy temprana ya en el cultivo del productor previo a la instalación del ensayo la cual aumentó rápidamente llegando a afectar a la totalidad de las plantas del invernadero tanto del experimento como del productor.
 - Un alto número de trips tanto en trampas como en flores de morrón y de malezas.
 - Evolución rápida de la infección por *Tospovirus* en el cultivo alcanzando a la totalidad de las plantas que se tradujo en la presencia de fuertes síntomas de peste negra.
 - Presencia de malezas infectadas por *Tospovirus* que además albergaban en sus flores al vector durante y luego del cultivo.
- La temporada 2012-2013 en cambio se caracterizó por:
 - Infección temprana derivada de plantas producidas en almácigos sin cobertura anti-insectos.
 - Bajo número de trips en trampa y en flores de morrón y malezas.
 - Bajo porcentaje de plantas de morrón infectadas por *Tospovirus* que no aumentó durante el ciclo.
 - Poca presencia de malezas en general entre las cuales no se encontraron plantas con síntomas atribuibles a infección viral y con valores bajos de trips en sus flores.
- Puntos críticos a considerar en el manejo:
 - Evitar infección de plantas durante el almácigo. Para ello es recomendable realizar los almácigos bajo cobertura anti-insectos.
 - Evitar la existencia dentro y fuera del invernadero de aquellas malezas en cuyas flores habite el vector y/o que sean huéspedes de la enfermedad fundamentalmente antes y en las primeras semanas después del trasplante. Promover vegetación entre los invernaderos que no tenga esas características y que a la vez impida su desarrollo, por ejemplo gramíneas. En este trabajo se detectaron algunas malezas dentro de las principales que ocurrían en este establecimiento a las que se deberá prestar más atención.
 - Utilizar malla perimetral anti-insecto en el invernadero pero cuidando mucho el ingreso de insectos desde el exterior a través de la puerta de ingreso, ventilación cenital, etc.

- La resistencia varietal suministrada por el gen *tsw* por si sola no garantiza un buen control de la enfermedad, deberá ser necesariamente complementada con otras medidas.

VIRUS EMERGENTES TRANSMITIDOS POR MOSCAS BLANCAS EN CULTIVOS DE TOMATE.

Leticia Rubio(1), Matías González(1) Ana Arruabarrena(1), Diego Maeso(1), Leonardo Boiteux(2).

(1) Programa Nacional de Horticultura.

(2) Embrapa Hortalizas, Brasilia.

Las enfermedades de origen viral son un factor limitante en muchos sistemas productivos, tales como el cultivo de tomate, debido a que no disponemos de herramientas de control efectivas. La estrategia de control de un virus está acotada a ejercer prácticas de manejo preventivas que disminuyan la fuente de inóculo y la presencia del vector, y a disponer de materiales con resistencia genética. Sin embargo, los virus tienen alto potencial para mutar y recombinar, generando nuevas variantes, situación que compromete la efectividad de la resistencia genética. Además, actualmente el riesgo de introducir nuevos virus y vectores es alto, debido al incremento en la comercialización de material vegetal. Por otra parte, el cambio climático ha contribuido a la dispersión y establecimiento de virus y vectores en zonas donde antes no les era favorable.

El tomate es una de las principales hortalizas en el mundo y nuestra región, pero es también uno de los cultivos para el que se han reportado más virus, debido a su alta susceptibilidad al género *Begomovirus*.

¿Cuándo un virus es considerado emergente?

Cuando aparece por primera vez, cuando un virus existente o uno nuevo aumenta rápidamente su incidencia o cuando una variante nueva de un virus amplía su rango de hospederos y distribución geográfica. Las especies de los géneros *Begomovirus* y *Crinivirus* han sido consideradas virosis emergentes porque se han dispersado rápidamente y han colonizado nuevas regiones y hospederos, fundamentalmente a través del movimiento de su vector (mosca blanca) y de material vegetal; impactado en la producción de tomate en muchas zonas del mundo.

Begomovirus: Tomate rugose yellow leaf curl virus (ToRYLCV).

El género *Begomovirus* es considerado una amenaza para la producción de tomate a nivel mundial. Infecta plantas dicotiledóneas, tales como tomate, pimiento, melón, calabacín, poroto, soja, malezas, etc. Es transmitido únicamente por la mosca blanca, especie *Bemisia tabaci*, de forma circulativa – persistente, es decir, la mosca lo adquiere alimentándose de una planta enferma y lo transmite toda su vida. No se transmite en forma mecánica, ni por semillas.

Hay varias especies de *Begomovirus* que afectan tomate en el mundo; según su estructura genómica y distribución geográfica se dividen en dos grandes grupos: los del “Viejo Mundo” (OW) (Europa, África, Asia y Australia) y los del “Nuevo Mundo” (NW) (América). Por lo tanto el complejo viral conocido como *Tomate yellow leaf curl*

diseases, dentro del cual se encuentra el TYLCV (virus de la cuchara), es diferente genéticamente de los *Begomovirus* citados, hasta el momento, en Sudamérica.

En la región (Argentina y Brasil) se han reportado al menos 16 especies de *Begomovirus* sobre tomate, muchas de las cuales han generado importantes pérdidas económicas. También fueron reportadas infecciones mixtas de estas especies (P. López, 2013). La especie ToYVSV (*Tomate yellow vein streak virus*) ha sido citada como prevalente en las regiones productoras de tomate en Argentina, mientras que en la zona sur de Brasil ToSRV es la especie predominante. Un aspecto no menor, es que las epidemias de *Begomovirus* están fuertemente asociadas a la presencia de *Bemisia tabaci* biotipo B.

En 2007 Bernal, et al., identificaron la existencia de un *Begomovirus* en cultivos de tomate en la zona norte del país. Las plantas afectadas manifestaban retraso en el crecimiento, deformación y clorosis de hojas. En 2012 Márquez, et al., designaron la especie como: *Tomate rugose yellow leaf curl virus* (ToRYLCV). Mientras, que con respecto a *B. tabaci*, ésta se encuentra en la zona norte desde fines de la década de los 90 y ha sido reportada recientemente en la zona sur del país (J.Paullier, 2013), hasta el momento los ejemplares analizados de la zona norte pertenecen al biotipo Q.

La presencia de este *Begomovirus* y su vector en nuestro país ha marcado la necesidad de conocer su distribución e incidencia, así como también estar atentos al surgimiento de nuevas especies. Es así, que durante la temporada de producción de tomate 2012 y 2013 se recorrieron distintas zonas del cinturón hortícola de Salto, buscando síntomas asociados a los producidos por *Begomovirus* en cultivos de tomate (Fig. 1).

En todos los casos se observaron plantas con los síntomas típicos (plantas enanas, crespas con clorosis) en forma aislada; siendo la incidencia inferior al 1%, independientemente de la zona y variedad utilizada. Esta situación ha permanecido incambiada desde que el virus fuera reportado en 2007. Por otra parte, es curioso que haya pocas plantas afectadas por invernadero y se encuentren distantes unas de otras. Sin embargo, aparecen otros síntomas, más leves, como mosaico, clorosis y ciertas deformaciones de hojas, sin afectar el desarrollo de la planta y el fruto. Analizando mediante métodos moleculares plantas con estos síntomas y plantas circundantes a las afectadas por ToRYLCV, las cuales mostraban apariencia sana, varias de ellas resultaron positivas a *Begomovirus*. Pero, ¿los síntomas pertenecerían a la especie ya reportada y serían consecuencia de un contagio en plantas adultas? o ¿podrían ser causados por una nueva especie de *Begomovirus*?. El análisis de la secuencia de ADN reveló un 90% de homología con la especie ToYVSV (*Tomato yellow vein streak virus*), por lo que posiblemente se trate de una nueva especie de *Begomovirus* para el país. Esta especie predomina en provincias vecinas de Argentina, por lo que sería esperable encontrarla en nuestro país.

Algunas consideraciones

¿Que esperamos que suceda con los *Begomovirus* en nuestro país?

Hasta el momento no representan una amenaza para nuestros cultivos, el escenario futuro dependerá de las siguientes circunstancias:

- Que *Bemisia* desplace a *Trialeurodes* en el cultivo de tomate y aumente la transmisión de este tipo de virus.
- La migración de especies de *Begomovirus* y otros biotipos de mosca blanca más eficientes (biotipo B) desde la región (Brasil).
- La presencia de otras especies de *Begomovirus* en nuestras malezas que migren al cultivo de tomate.
- El surgimiento de especies nuevas recombinantes.
- La disponibilidad de fuentes de resistencia específica en los cultivos a los *Begomovirus* presentes en el país.

Crinivirus: Tomato chlorosis virus (ToCV)

En los últimos años es común observar en cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) y morrón (*Capsicum annuum*) del norte y sur del país, síntomas que inicialmente se asociaron a desórdenes nutricionales, especialmente a deficiencia de magnesio. Sin embargo, la clorosis avanza hasta alcanzar las hojas jóvenes (apicales) y no se revierte con la aplicación de fertilizantes.

Síntomas observados

Las plantas afectadas manifiestan, inicialmente, clorosis internerval irregular en las hojas basales y medias (Fig. 2). Estos síntomas continúan evolucionando y avanzan hasta hacerse visibles en las hojas apicales. Luego de algunas semanas se observa clorosis internerval fuerte, en ocasiones asociada con coloración parda, presencia de lesiones necróticas y enrollamiento de las hojas basales que se vuelven quebradizas. En los casos más severos, la planta presenta amarillamiento generalizado y pérdida de vigor. Estos síntomas no se observan en plantines o cultivos recién trasplantados y los frutos no son afectados. En otras regiones hortícolas del mundo los mismos síntomas fueron adjudicados a la presencia de virus pertenecientes al género *Crinivirus: Tomato infectious chlorosis virus (TICV)* y *Tomato chlorosis virus (ToCV)*, transmitidos por las moscas blancas.

Con el objetivo de corroborar si el desorden era debido a la presencia de estos virus en nuestro país, se colectaron muestras foliares de plantas con síntomas y se analizaron por procedimientos moleculares en el laboratorio de biotecnología de INIA Salto Grande. Se confirmó así, la presencia del virus *Tomato chlorosis Virus (ToCV)*. Este virus se localiza en las células del floema, donde se replica y genera trastornos en el transporte vascular.

Formas de transmisión

ToCV es transmitido en forma semipersistente por varias especies de moscas blancas, lo cual facilita su capacidad de dispersión. En Uruguay es transmitido por las dos especies reportadas en cultivos de tomate y morrón: *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*. Un plantín puede contraer el virus pero el período de desarrollo de síntomas es prolongado, en cultivares sensibles una vez que la planta contrae el virus los síntomas iniciales se hacen visibles a los 45 días y son más evidentes a los 75-80 días.

Rango de hospederos

ToCV posee un amplio rango de hospederos. Se han citado más de 20 especies de diferentes géneros. En Uruguay se ha confirmado la presencia de ToCV en cultivos de tomate, morrón, berenjenas y malezas habituales de nuestros sistemas productivos, tales como *Solanum nigrum* (naranjillo), *Solanum sisymbriifolium* (tutía o revientacaballos) y *Sonchus oleraceus* (cerraña).

Algunas consideraciones.

Existe muy poca información sobre la cuantificación de los daños o pérdidas económicas que ocasiona el ToCV en cultivos de tomate y morrón. Como resultado de la sintomatología observada en planta es posible asociar pérdidas productivas con la disminución de la capacidad fotosintética, del vigor, del cuajado y senescencia prematura. Por ahora, la situación tendría mayor relevancia en ciclos largos de producción. La magnitud del daño ocasionado en un cultivo estaría relacionada con la sensibilidad del cultivar utilizado y con el momento del ciclo en que la planta contrae el virus. Tampoco se conocen, por el momento, los daños indirectos producidos por la coinfección con otros virus comunes en estos cultivos como pueden ser Tospovirus y Begomovirus. Sin embargo, ToCV es un problema a considerar ya que es frecuente observar cultivos con casi todas sus plantas afectadas.



Fig. 1. Síntomas de *Tomate rugose yellow leaf curl virus* (ToRYLCV).



Fig. 2. Síntomas de *Tomato chlorosis Virus* (ToCV) en tomate.

BEMISIA TABACI, OTRA ESPECIE DE MOSCA BLANCA EN CULTIVOS HORTÍCOLAS DEL SUR DEL PAÍS

Ing. Agr. Jorge Paullier, Ing. Agr. (MSc) Diego Maeso
INIA Las Brujas

Con el nombre genérico de “moscas blancas” se denominan a unos insectos que son considerados uno de los problemas sanitarios más importantes de la horticultura, tanto nacional como mundial.

La mayor incidencia de estas plagas ocurre en los cultivos de tomate, morrón y cucurbitáceas principalmente en producción de invernadero (Foto 1). Se trata de dos especies de insectos, cuyos nombres científicos son *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*.

Los mismos provocan el debilitamiento de las plantas y afectan el crecimiento y la producción. Adicionalmente a estos perjuicios directos, causan daños indirectos. Segregan una sustancia azucarada que se deposita sobre hojas y frutos favoreciendo la formación de fumagina o tizne negro, lo cual deprecia la calidad comercial de la cosecha (Foto 2).

El otro daño es la transmisión de virus a las plantas (Foto 3), lo cual es más grave en el caso de *B. tabaci*, ya que este insecto tiene la capacidad de transmitir un mayor número de virus, tales como los Begomovirus, además de los Crinivirus como también lo hace *T. vaporariorum*.

En nuestro país, la incidencia de moscas blancas como vectores de virosis, si bien es potencialmente alta, aún no ha adquirido la relevancia que tiene en otros países en los cuales transmiten enfermedades muy graves como el virus de la cuchara (*Tomato yellow leaf curl*), pero hay que estar vigilantes.

Por ahora, su acción se restringe principalmente a los otros daños descritos anteriormente, los cuales tienen una gran importancia a nivel productivo y la transmisión de virosis de importancia menor.

La problemática sanitaria ocasionada por moscas blancas, en producción de hortalizas en el país, comenzó a fines de la década del 80 por la acción exclusiva de *T. vaporariorum*. Posteriormente fue detectada la presencia de *B. tabaci* en nuestros cultivos hortícolas.

En efecto, fue en el año 2002 y en el marco de una consultoría, que la entomóloga española Dra. María Dolores Rodríguez del CIDH, La Mojonera, a través de relevamientos de plagas en el norte y sur del país, constató en la zona hortícola de Salto la presencia abundante de *B. tabaci*.

Pasaron más de 10 años de ese valioso aporte, para que a través de relevamientos periódicos llevados a cabo por el equipo del Programa de Investigación en Producción Hortícola de INIA Las Brujas, la plaga fuese detectada en algunos predios de producción hortícola de la zona sur del país, también en forma abundante pero focalizada.

Se realizaron inspecciones de cultivos bajo invernadero y a la intemperie, en las principales zonas de producción hortícola de los departamentos de Canelones, San José, Montevideo y Florida. Como resultado de los mismos se pudo constatar la presencia de *B. tabaci* en la zona de San Jacinto, Cerrillos y Las Brujas, en cultivos de morrón bajo invernadero para las dos primeras zonas y de papa en el caso de Las Brujas.

Dada la importancia de las moscas blancas en la producción, a manera de ayuda, se brindan algunas pautas que permiten reconocer en el campo ambas especies.

Se ilustran algunos caracteres identificatorios del estado adulto de los insectos, sencillos de observar en el campo con la ayuda de una lupa de mano y que permiten diferenciar las especies.

Las dos especies son similares en su aspecto, si bien el tamaño de *T. vaporariorum* es un poco mayor que el de *B. tabaci*.

En reposo las alas de las moscas blancas están dispuestas en forma de tejado sobre el cuerpo.

Forman una superficie plana en el caso de *T. vaporariorum* (Foto 4), mientras que *B. tabaci* coloca sus alas en ángulo de manera similar a un techo a dos aguas, dejando expuesto el cuerpo de color amarillo entre ambas alas (Foto 5).

Los ojos de color rojo son otro carácter identificatorio si se dispone de una lupa de mayor aumento. Los ojos de *T. vaporariorum* poseen dos áreas completamente separadas que le dan la apariencia del número ocho (Foto 6).



Foto 1. Adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* en tomate.



Foto 2. Hojas y frutos de morrón con fumagina.



Foto 3. Planta de tomate con síntomas del virus transmitido por *Bemisia tabaci* (*tomato rugose yellow leaf curl virus*, ToRYLCV) en Salto.



Foto 4. Adulto de *T. vaporariorum*



Foto 5. Adulto de *B. tabaci*



Foto 6. Ojos de *T. vaporariorum*

Aprender a reconocer estas especies es de gran ayuda para el futuro ante un posible aumento de las enfermedades a virus, ya que frente a dicha eventualidad deberán emplearse otras medidas de control diferentes a las recomendadas en la actualidad, como por ejemplo las barreras físicas al insecto vector o la resistencia varietal.

PRIMER BIOINSECTICIDA PRODUCIDO EN URUGUAY

Ing. Agr. Jorge Paullier
INIA Las Brujas

La Dirección General de Servicios Agrícolas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca autorizó la venta en nuestro país del insecticida biológico LECAFOL, el pasado 29 de julio.

Este acontecimiento marca un antes y un después en la investigación nacional en el tema de control biológico de plagas, ya que LECAFOL es el primer bioplaguicida a base de un agente microbiano de control biológico - *Lecanicillium lecanii* – formulado y registrado para su uso en Uruguay con la participación de INIA.

La obtención de este producto ha sido el fruto de años de trabajo de todo un equipo técnico, interinstitucional e interdisciplinario, que ha contado con el apoyo del Programa de Investigación en Producción Hortícola de INIA y de la empresa LAGE, coregistrante de LECAFOL. En el año 2005 se firmó entre INIA y LAGE un convenio de vinculación para la producción comercial de un agente de control biológico para mosca blanca en base al hongo entomopatógeno *L. lecanii*. Los hongos entomopatógenos son microorganismos que invaden el cuerpo de los insectos ocasionándoles la muerte.

A nivel nacional, y en particular en nuestro instituto, se está trabajando fuertemente en el desarrollo del control biológico de plagas a través de la utilización de agentes microbianos, con la finalidad de desarrollar bioplaguicidas para su uso en la producción comercial dando respuesta a las demandas del sector agropecuario por productos más naturales y amigables con el medio ambiente.

El bioplaguicida LECAFOL es efectivo contra la mosca blanca, insecto plaga de gran importancia para la horticultura de nuestro país. En el caso particular del cultivo de tomate, la plaga afecta la calidad del fruto y los rendimientos comerciales, determinando en general el empleo de insecticidas químicos como método de control.

La utilización que se realiza, no siempre con buen criterio, de los plaguicidas de síntesis química tiene como consecuencias, entre otras, el aumento de residuos tóxicos con el consecuente impacto ambiental negativo y mayores riesgos para la salud humana. Es necesario entonces incorporar a los sistemas de producción métodos de control, como el biológico, que reduzcan el uso de plaguicidas químicos y ofrezcan alimentos seguros y de calidad.

Insecticida biológico

Lecafol

COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO

Nombre científico del ACBM: Lecanicillium lecanii

Formulación: polvo mojable

Concentración del ACBM expresada en unidades infectivas conocidas a la fecha de la elaboración: 1 x 10¹⁰ u/i.c.g. Más de 80% de viabilidad

Concentración mínima del ACBM a la fecha de vencimiento: 5 x 10¹⁰ u/i.c.g. Más de 70% de viabilidad

Posición taxonómica del ACBM: División: Zygomycota; Subdivisión: Zygomycotina; Clase: Zygomycetes; Orden: Mucorales; Familia: Mucoraceae; Género: Lecanicillium; Especie: Lecanicillium lecanii; Opatipo: Lecanicillium lecanii (s.n.)

LEA ATENTAMENTE LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO.

Precauciones y advertencias:
 Clasificación toxicológica: Píscico peligroso en el uso normal. (P.C.S. OMS 2009)
 Actividad: No tóxico.
Primeros auxilios: en caso de ingestión: no provocar el vómito.
 Inhalación: retirar a la persona del ambiente contaminado y llevarlo a un lugar bien ventilado.
 Contacto con la piel: lavar la zona contaminada y lavar la piel con abundante agua.
 Contacto con los ojos: lavarlos con abundante agua limpia durante 15 minutos, manteniendo los párpados separados.

Instrucciones de almacenamiento: Temperatura de almacenamiento: hasta 20 °C. Se recomienda mantenerlo refrigerado a 4-10 °C. Guardar el producto en su envase original, etiquetado, evitando la luz directa del sol y temperaturas muy elevadas, en lugar exclusivo, seco y seguro, de ser posible con llave. El lugar del depósito debe ser ventilado y alejado de alimentos, bebidas, raciones o otros materiales. Debe estar claramente etiquetado con un cartel que indique "Cuidado - veneno" (Calavera).
Precauciones para evitar daños a las personas que lo aplican o manipulan y a terceros: Evitar la ingestión, inhalación y el contacto con la piel y los ojos. No comer, beber o fumar durante la manipulación, preparación y aplicación del producto.
No pulverizar contra el viento: Evitar la deriva. Luego de la aplicación, lavar con abundante agua y jabón todas las partes del cuerpo que hayan estado expuestas al producto. No desfogar los pechos de la pulverizadora con la boca.
Equipos de protección personal a utilizar durante la preparación y aplicación del producto: Usar guantes, botas, camisa, pantalón y ropa adecuada durante la manipulación, preparación y aplicación del producto. Lavar cuidadosamente los elementos empapados con el producto. Usar el equipo protector luego de cada aplicación.
Advertencias sobre protección del medio ambiente y peligrosidad a organismos acuáticos y peces, aves y abejas: No contaminar fuentes o corrientes de agua con restos del producto o el lavado del equipo de aplicación. No pulverizar contra el viento y evitar la deriva.
 Aves: No tóxico.
 Peces: No tóxico.
 Abejas: No tóxico.
Disposición final de envases: Una vez vaciado el envase procederá a su disposición en lugares autorizados. No reutilizar el mismo para otros fines.
¡MANTENER FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS, DE PERSONAS INEPTAS O IRRESPONSABLES.
EN CASO DE INTOXICACIÓN LLAMAR AL C.I.A.T. (HOSPITAL DE CLÍNICAS, 7° PISO), TELÉFONO 1722.
CONCORDAR EL MEDICAMENTO LLEVANDO LA ETIQUETA, EL FOLLETO O EL ENVASE.
NO TRANSPORTAR NI ALMACENAR CON ALIMENTOS.
NO LAVAR LOS EQUIPOS DE APLICACIÓN EN LAGOS, RÍOS Y OTRAS FUENTES DE AGUA.

Recomendaciones de uso:
Generalidades, modo de acción sobre la plaga o el cultivo:
Instrucciones de uso: Lecanicillium lecanii es un hongo patógeno de insectos, principalmente moscas blancas y áfidos. Se aplica sobre el follaje, mojando bien ambas caras de las hojas, cuando la plaga está presente. Realizar las aplicaciones en cuanto se detecta la presencia de la plaga, antes de alcanzar el umbral de daño. Realizar las aplicaciones a última hora del día, evitando las horas del mediodía.
Tempo de espera: no tiene.
Tempo de regreso al cultivo: no tiene.

Cultivo o sitio de aplicación	Plaga		Dosis	Observaciones
	Nombre Común	Nombre Científico		
Tomate	Mosca blanca	Natunoides vaporariorum	2 Kg/ha	Realizar aplicaciones cada 7 - 10 días mientras la plaga está presente

Modo de preparación y técnica de aplicación: Suspender el producto en un poco de agua volubilizado lentamente y agitarlo. Agitar vigorosamente la suspensión hasta que quede homogénea y sin grumos. Vaciar en la pulverizadora y completar el tanque con agua. Se pueden utilizar equipos de pulverización estándar. Como actúa por contacto, mezclar bien todo el follaje.
Otras informaciones necesarias respecto al uso: Para actuar necesita temperaturas inferiores a 30 °C y humedad mayor al 80%. Por esta razón, realizar las aplicaciones preferentemente al atardecer y evitar siempre el mediodía. Puede ser afectado por los productos químicos principalmente fungicidas. No presenta fitotoxicidad a las dosis y usos recomendados. Consultar la lista de productos compatibles antes de realizar otras aplicaciones. Ante cualquier duda consultar al Departamento Técnico de LAGE y Cia. S.A. de INIA.
 LAGE y Cia. S.A. garantiza la calidad de este producto al momento de ser entregado al comprador. Dado que el transporte, almacenamiento y aplicación del mismo se realiza fuera de su control y en condiciones de modo variable, LAGE y Cia. S.A. no se hace responsable por los daños y perjuicios que pudieran derivarse del empleo del producto, o por el incumplimiento de las recomendaciones detalladas especialmente en este envase y folleto para su conservación, uso y aplicación. En caso de reclamo, la garantía de este producto se limita únicamente a su reposición, siempre y cuando se hubieren cumplido con las instrucciones y recomendaciones detalladas en el envase y en el folleto.

Formas registradas: INIA y LAGE y Cia. S.A.
 Producto autorizado por el Ministerio de Desarrollo, Agricultura y Pesca. Número de Registro: 4299
USO AGRÍCOLA. PROHIBIDO SU USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESPECIFICADOS EN LA ETIQUETA.

Formulador

Cta. Carrero #948 - 11200 Montevideo, Uruguay
 Tel: 3400 3717 - Fax: 3400 3666 - www.lagey.com

IND. URUGUAYA PESO NETO 1 Kg

LOTE: _____

FECHA DE FORMULACIÓN: _____

FECHA DE VENCIMIENTO: 4 MESES A PARTIR DE LA FECHA DE FORMULACIÓN

CUIDADO

V. 1.1.1 (08/01)

El uso de estos agentes de control biológico constituye por lo tanto un método de control de gran valor por su inocuidad para la gente y el medio ambiente. El ejemplo del desarrollo del bioplaguicida LECAFOL, aunando esfuerzo público-privado, demuestra el camino a seguir a través de una positiva asociación con la industria.

INCORPORACIÓN DE AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE MORRÓN EN INVERNADERO. SEGUNDO AÑO DE EVALUACIÓN.

José Buenahora 1, Cesar Basso 2

1 INIA Salto Grande, Programa Nacional de Producción Hortícola.

2 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 incentivado por el alto valor de su producción por unidad de superficie (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. Para ello, no solo se toma en cuenta el nivel de calidad intrínseca de los productos obtenidos, sino también la calidad de los medios (procesos) de producción involucrados. Se generan de este modo mecanismos de diferenciación y valorización de los productos agrícolas, mediante obligaciones sanitarias, que mejoran su precio y su capacidad de acceso a los mercados. Sin duda que este proceso ha jerarquizado el control biológico, sobretodo cuando 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.

A nivel internacional es bien conocido que existen empresas desde hace varios años capaces de proveer enemigos naturales para el control de muchas plagas de diferentes cultivos. Sin embargo, en algunos casos las especies ofrecidas no son las apropiadas para las condiciones de Uruguay y, en otros casos, no han podido ser incorporadas porque no se las ha evaluado al no estar disponibles en nuestro país o existen carencias en el manejo general del cultivo que no permiten la utilización de agentes de control biológico.

Una situación productiva donde el control biológico aparece como necesario y posible de incorporar en el país, a breve plazo, corresponde a los cultivos hortícolas protegidos. Dentro de estos, el morrón reúne la condición de ser un cultivo de relevancia a nivel nacional al tiempo que presenta en varios países un control de plagas bien resuelto aplicando métodos de control biológico. Por estas consideraciones se lo eligió para emprender acciones innovativas de control de sus plagas.

I. 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 sanitario de este cultivo en la región hortícola de Salto se explica, entre otras causas, por la aparición en 2002 de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Rodríguez et al., 2003), que presenta elevado número de generaciones al año, amplio rango de plantas hospederas que favorecen su multiplicación y gran capacidad de desarrollar resistencia a los insecticidas (Byrne y Bellows, 1991). A esto se agrega el incremento de las áreas de plantación, con cultivo en invernadero durante todo el año, lo cual asegura temperaturas favorables para ésta y otras plagas, presencia de cultivos nuevos y abandonados a cortas distancias, y probable disminución de la eficacia de algunos productos insecticidas químicos por la aparición de poblaciones resistentes a ellos (Horowitz, et al., 2007).

El control de las principales plagas del morrón en invernadero -las moscas blancas, los trips (Thysanoptera) y el ácaro blanco (Acarina)- se basa en la aplicación de insecticidas químicos acompañados, en algunos casos, del monitoreo de las plagas y sus daños para determinar los momentos de intervención más apropiados. La acción resulta en un número elevado de aplicaciones químicas durante todo el ciclo del cultivo que, además del costo económico para los productores que ello ocasiona, genera riesgos para los trabajadores agrícolas, residuos para los consumidores y afecta el ambiente.

En especial en el cultivo de pimiento el depredador *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) ha pasado a ser un componente clave del control biológico en numerosos países por su alta eficacia como agente de control y su disponibilidad comercial (Bolckmans et al., 2005; Calvo, 2011). Esta especie no ha sido señalada en el Uruguay.

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 posibilidades 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. Ese diseño productivo se aproxima al existente en países con climas próximos al de Uruguay (ciertas zonas de Europa), donde el control biológico en pimiento se utiliza corrientemente.

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.

En el año 2012 se puso en marcha un nuevo estudio donde se compararon distintas dosis de liberación de los dos predadores, en dos momentos del ciclo del cultivo de morrón.

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 288m² (24 x 12 m) con 7 canteros con plantas a una hilera separadas 0,25 m entre sí.

Segundo período: año 2012

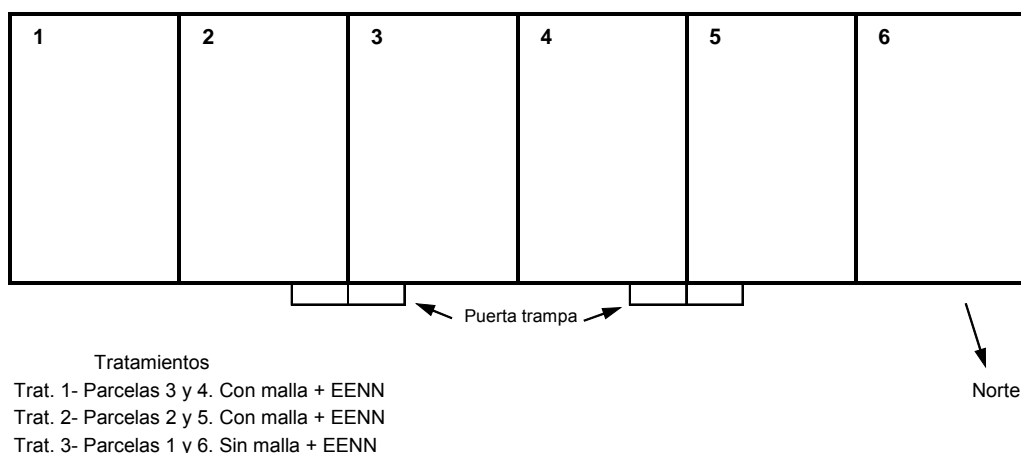
Se evaluó la acción de los enemigos naturales en áreas abiertas de un invernáculo de estructura convencional y otras completamente cerradas con una malla anti-insectos (Ultravent). Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Parcela con malla anti-insectos. Suelta otoñal y primaveral con *A. swirskii* 60/m² más *O. insidiosus* 2,5/m² cada una.
2. Parcela con malla anti-insectos. Suelta otoñal y primaveral con *A. swirskii* 30/m² más *O. insidiosus* 2,5/m² cada una.
3. Parcela sin malla anti-insectos. Suelta otoñal y primaveral con *A. swirskii* 75/m² más *O. insidiosus* 2,5/m² cada una.

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.

Plano del invernadero de morrón con tratamientos



Instalación y manejo del cultivo

El trasplante de plantas de pimiento cv. Bilano al invernadero se realizó el 10 de marzo de 2012. 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 m². 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. 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.

Este estudio culminó en el mes de noviembre.

Algunas consideraciones:

- *Amblyseius swirskii* continúa adaptándose bien a nuestras condiciones. Realizó 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*.

- 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*.
- El tratamiento con malla hace una buena exclusión inicial de plagas, luego los trips que emergen o ingresan se multiplican y deben ser controlados.

Citas bibliográficas

Bolckmans K, van Houten YM, Hoogerbrugge H. 2005. Biological control of whiteflies and western flower thrips in greenhouse sweet peppers with the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: phytoseiidae). In.: Second International Symposium on Biological Control of Arthropods. Davos, Switzerland, p.555-565.

Byrne DN, Bellows TS. 1991. Whitefly biology. Annual Review of Entomology, 36: 431-457.

Calvo J. 2011. Implicaciones de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en la mejora del control biológico de *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de pimiento en invernadero. Tesis doctoral. Caratagena, España. Universidad Politécnica de Cartagena. 158 p.

DIEA 2012. Anuario Estadístico Agropecuario 2012. [On line]. 244 p. Montevideo: MGAP. Consultado en abril de 2013.
<http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,659,O,S,0,MNU;E:27;8;MNU>

Horowitz R, Denholm I, Morin S. 2007. Resistance to insecticides in the TYLCV vector, *Bemisia tabaci*. *Tomato Yellow Leaf Curl Virus Disease* (ed. H. Czosnek), pp. 305–325. Springer, Netherlands.

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.

RESISTENCIA A FUNGICIDAS DE *BOTRYTIS CINEREA* EN CULTIVOS DE TOMATE EN EL URUGUAY

Ing. Agr. Erica Martinez¹, Ing. Agr Vivienne Gepp¹

¹ Fitopatología, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, vgepp@fagro.edu.uy

Introducción

Las enfermedades causadas por hongos del género *Botrytis* son probablemente las más comunes y más ampliamente distribuidas en hortalizas, plantas ornamentales, frutales y plantas cultivadas en invernaderos en todo el mundo. Atacan al cultivo en cualquier estado de desarrollo, pudiendo infectar cualquier parte de la planta. *Botrytis cinerea* ocasiona también pudriciones blandas secundarias en frutos y hortalizas cuando se almacenan, transportan y comercializan en el mercado.

El desarrollo del patógeno es favorecido enormemente por las condiciones climáticas de Uruguay en donde predominan temperaturas templadas y una alta humedad ambiente, provocando pérdidas importantes en gran diversidad de cultivos. Se destacan por su importante producción en el país, frutilla, tomate, morrón, viña y arándano.

En la actualidad en nuestro país el control de las enfermedades causadas por *Botrytis cinerea*, se basa en una combinación de medidas culturales y la aplicación de productos químicos, empleándose diferentes tipos de fungicidas, algunos con múltiples sitios de acción y otros más modernos, más efectivos pero con mayor riesgo de resistencia. Entre éstos se encuentran los grupos químicos bencimidazoles, dicarboximidas, fenilcarbamatos, anilopirimidinas y carboxamidas. Los fungicidas han sido utilizados con éxito durante muchos años, sin embargo con el paso del tiempo el control de este hongo se ha vuelto cada vez más problemático. *Botrytis cinerea* es un patógeno considerado de alto riesgo para la aparición de cepas resistentes frente al uso de fungicidas. En varios países se ha determinado la existencia de cepas resistentes a dicarboximidas, anilopirimidinas, carboxamidas y estrobirulinas.

En Uruguay se ha detectado resistencia en otros patógenos como *Penicillium* spp. y *Monilinia fructicola* pero no existía información experimental sobre la resistencia de *B. cinerea* a fungicidas en el país, por lo que se llevó a cabo el Proyecto “Resistencia a fungicidas y variabilidad genética de *Botrytis cinerea* en el Uruguay” en las Facultades de Agronomía y de Química de la Universidad de la República (Gepp *et al.* 2012).

En el presente trabajo se presentará la información disponible sobre resistencia a fungicidas en *B. cinerea* en tomate, en base a los resultados de dicho Proyecto (Parte 1.) y a la Tesis de grado: “Correlación entre la evaluación “*in vitro*” e “*in vivo*” de la sensibilidad a fungicidas de *Botrytis cinerea*: Anilopirimidinas.” (Parte 2.)

PARTE 1.

Uno de los objetivos del Proyecto “Resistencia a fungicidas y variabilidad genética de *Botrytis cinerea* en el Uruguay” fue evaluar la sensibilidad de aislamientos de *B. cinerea* obtenidos de arándano, tomate, frutilla, viña, eucalipto y rosál provenientes de diferentes zonas del país a los fungicidas: Carbendazim, Iprodione, Pirimetanil y el fungicida mezcla Boscalid + Pyraclostrobin.

Metodología

Para conocer la situación en Uruguay se evaluó la sensibilidad a diferentes fungicidas en 56 aislados monospóricos de *B. cinerea* provenientes de tomate, obtenidos a partir de material vegetal infectado recolectado en 28 predios ubicados Canelones y Montevideo (18 aislados) y Salto (38 aislados) durante 2007.

En cada predio se recolectó entre 1 y 10 muestras de tejido vegetal con síntomas o posiblemente infectados de diferentes partes del cuadro. Los órganos muestreados fueron frutos, tallos y restos florales de tomate. Las muestras se colocaron individualmente en bolsas plásticas en el campo y se conservaron en heladera hasta su procesamiento. Se recabó información de los fungicidas aplicados al cultivo muestreado.

Se determinó la concentración inhibitoria mínima (CIM) de Carbendazim (Carbendazim, 50,0% i.a.), Iprodione (Rovral, 50,0% i.a., BAYER), Pirimetanil (Mythos, 30,0% i.a., BAYER) y Pyraclostrobin + Boscalid (Bellis, 12,80% y 25,20% i.a., respectivamente, BASF) en ensayos donde se sembró cada aislado en medio de cultivo agar papa dextrosa (o medio gelatina – glucosa para Pirimetanil) amendado con diferentes concentraciones de fungicida. Se determinó la CIM como la menor concentración de fungicida que impidió el crecimiento del hongo a partir de esporas.

Resultados y Discusión

En el caso del bencimidazol las cepas se diferenciaron en sensibles (CIM <4 mg/l) o muy resistentes (CIM >128 mg/l), encontrándose casi todos en esta última categoría, solo 3 aislados de Salto fueron inhibidos por 4 mg/l de Carbendazim (Fig. 1).

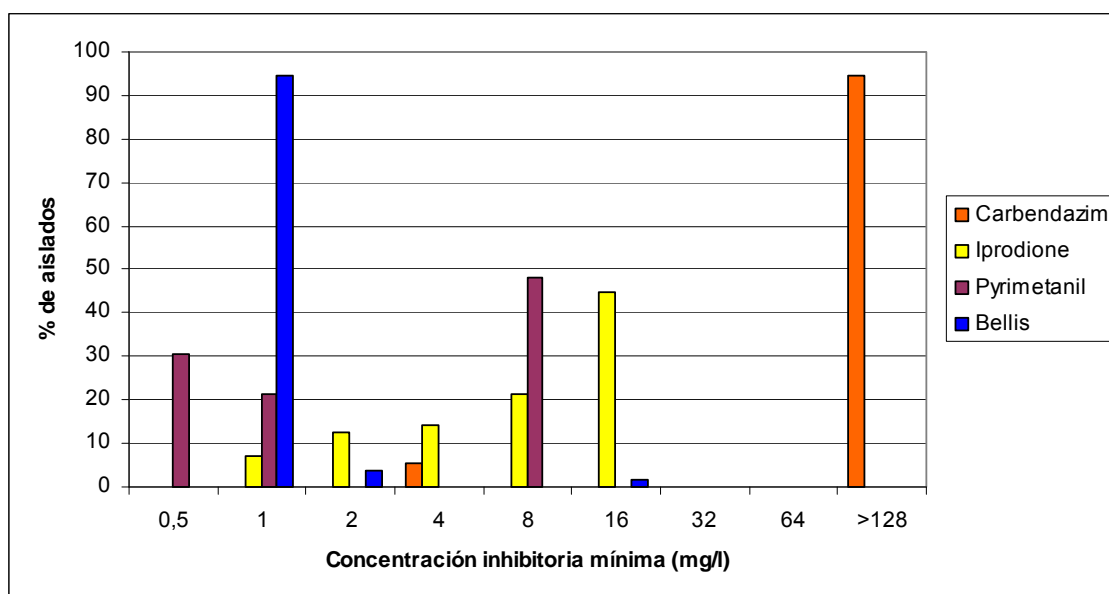


Figura 1. Porcentaje de aislados cuyo crecimiento fue inhibido por determinada concentración de fungicida en el medio de cultivo.

De la información que se pudo obtener sobre los fungicidas aplicados a los cultivos muestreados en el ensayo se desprende que en 2007 los bencimidazoles fueron utilizados en la producción de tomate en la mitad de los predios muestreados del norte del país. Este grupo de fungicidas ya no sería efectivo para el control de *B. cinerea* en ninguna de las zonas muestreadas debido al alto nivel de resistencia del hongo.

Los valores de concentración inhibitoria mínima de Iprodione, en cambio, se distribuyeron en todo el rango de concentraciones analizadas y 25 de los 56 cepas aisladas de tomate (44,6%) resultó ser resistente (CIM > 16 mg/l). Los valores de concentración inhibitoria mínima de Pirimetanil se distribuyeron de manera bimodal, registrándose 29 aislados con CIM ≤ 1 mg/l y 27 con CIM > 8 mg/l. Comparados con otros cultivos, los aislamientos de tomate estaban entre los de mayor resistencia a este tipo de fungicida.

Casi la totalidad de los aislados resultaron ser sensibles al fungicida mezcla Bellis, presentando una CIM < 2 mg/l de Boscalid + 1 mg/l de Pyraclostrobin, solo uno obtenido en Salto mostró resistencia con CIM > 16 mg/l de Boscalid + > 8 mg/l de Pyraclostrobin. El contraste de las distribuciones según cultivo determinó que el tomate estaba entre los de menos resistencia a este fungicida mezcla.

Al analizar el comportamiento de los diferentes aislados frente a los tres fungicidas Carbendazim, Iprodione y Pirimetanil, se observa que 12 cepas del norte (32%) y 3 del sur (17%) presentan reducida sensibilidad a los tres. La resistencia a múltiples principios activos refleja la utilización de varios fungicidas de diferentes grupos durante El tomate estuvo entre los cultivos con más resistencia a todos los fungicidas excepto Boscalid + Pyraclostrobin, posiblemente porque este producto se ha usado poco en el cultivo hasta el momento.

PARTE 2

A partir del proyecto surgió la interrogante de si las diferencias de sensibilidad encontradas en medio de cultivo afectarían el control en el campo. Por ello se llevo a cabo una Tesis cuya finalidad fue determinar si las diferencias de sensibilidad al fungicida, medidas como concentración mínima inhibitoria (CIM) para Pirimetanil, detectadas en los ensayos *in vitro* con *B. cinerea*, se correlacionan con el comportamiento del hongo *in vivo*. (Martínez, 2012)

Metodología

En los ensayos se utilizaron aislados pertenecientes al Proyecto anterior, conservados en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía, en freezer bajo temperaturas de -20° C sobre papel de filtro.

Se seleccionaron aislados contrastantes en cuanto a los niveles de CIM determinados para pirimetanil: cinco aislados de $CIM \leq 1$ mg/l y ocho de $CIM \geq 8$ mg/l.

Se utilizaron folíolos terminales desprendidas de plantas de tomate de la variedad Marglobe a los que se les realizaron tres tratamientos para cada aislado:

1. Testigo, pulverización de las hojas con agua destilada estéril.
2. Aplicación de la mitad de la dosis de pirimetanil recomendada en la etiqueta, 125 cc/ 100 lts de agua.
3. Aplicación de dosis total recomendada, 250cc / 100lts de agua.

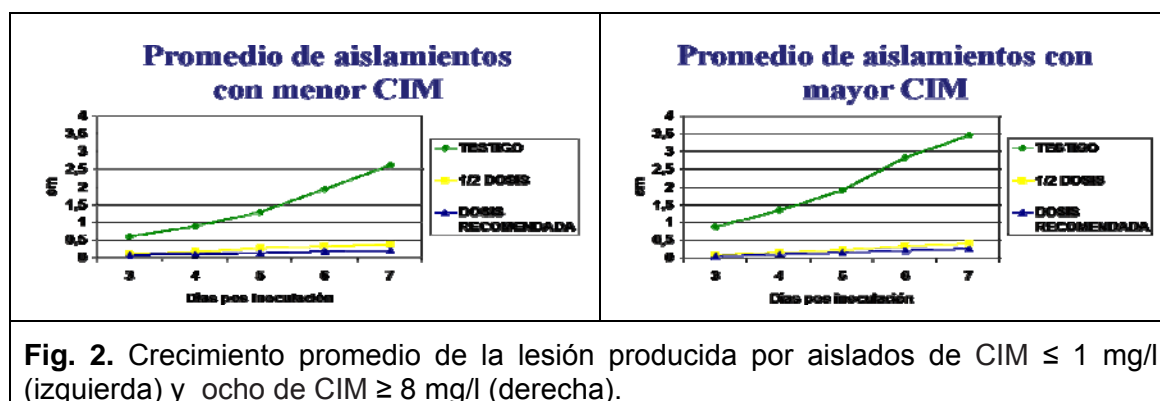
Una vez secas las hojas se inocularon con una gota de la suspensión de conidios del aislado correspondiente, produciéndose una pequeña herida en el centro de la gota con una aguja estéril. Las hojas se colocaron en placas de petri, selladas con film y se incubaron en cámara húmeda a 24°C durante 7 días. El avance de la infección, se determinó midiendo el diámetro de la lesión en centímetros sobre la superficie del folíolo. Además se registró la aparición de micelio y conidios sobre la lesión.

La toma de datos comenzó a las 48 hs. luego de la inoculación, el crecimiento de las lesiones se evaluó cada 24 hs, durante 5 días consecutivos. Cada tratamiento incluyó entre 4 y 5 repeticiones, considerándose un folíolo por repetición.

Para estudiar el efecto de la concentración mínima inhibitoria a pirimetanil (CIM) de los aislamientos y el de los tratamientos de aplicación de fungicida, se ajustaron modelos lineales. Las medias de los efectos significativos fueron comparadas usando el test de Tukey al 5%. Se usó el procedimiento estadístico SAS versión 9.2 (SAS Institute, Cary, NC, 2006).

Resultados y discusión

El crecimiento de la lesión fue menor en los folíolos tratados con fungicida, tanto con la dosis recomendada como a la mitad de ésta (Fig. 2.)



En el tratamiento testigo el crecimiento promedio de la lesión fue significativamente mayor en los aislamientos con mayor CIM que en los de menor CIM. (Cuadro 1.) Dicha similitud en la habilidad competitiva entre los aislamientos de *B. cinerea* con diferentes niveles de sensibilidad a pirimetanil estaría indicando que la resistencia a dicho fungicida y por ende a los demás pertenecientes al grupo de las anilopirimidinas, sería una característica estable, tal como afirman Bardas et al. (2008). A nivel de campo esto implica que una vez desarrollada la resistencia ésta no desaparecería aunque se deje de utilizar las anilopirimidinas.

En los tratamientos que incluían aplicación de fungicida no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento promedio de los grupos de aislados con mayor y menor sensibilidad a pirimetanil ni entre la aplicación de la dosis recomendada por el producto en la etiqueta y la mitad de la misma.

Cuadro 1. Diámetro promedio de las lesiones a los 7 días pos inoculación según nivel de CIM y tratamiento

CIM	Tratamiento	Promedio ¹
CIM Alta ≥ 8 mg/l	Testigo sin fungicida	3.5213 a
CIM Baja ≤ 1 mg/l	Testigo sin fungicida	2.6200 b
CIM Alta ≥ 8 mg/l	Fungicida a mitad de dosis	0.4119 c
CIM Baja ≤ 1 mg/l	Fungicida a mitad de dosis	0.3770 c
CIM Alta ≥ 8 mg/l	Fungicida a dosis recomendada	0.2681 c
CIM Baja ≤ 1 mg/l	Fungicida a dosis recomendada	0.2030 c

¹ Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, P ≤ 0,05)

El control de la enfermedad obtenido por el fungicida, o sea la reducción en diámetro de la lesión con respecto al testigo, fue relativamente alto, entre 79,3 y 92.8%, tanto para los aislamientos con mayor o menor sensibilidad a pirimetanil. No se detectaron diferencias significativas entre los dos grupos de aislamientos (Cuadro 2.)

Cuadro 2. Control relativo ejercido por el fungicida sobre el desarrollo de la enfermedad según el nivel de CIM a pirimetanil de los aislamientos al 7° día pos-inoculación

CIM 1	Promedio
Baja	0.8968 a
Alta	0.8934 a

Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P \leq 0,05$).

Con respecto al control del fungicida sobre el crecimiento de micelio y esporulación, se constató 100% de control tanto a la dosis recomendada para el producto, como a la mitad de la misma, durante los siete días posteriores a la inoculación, detectándose presencia de micelio solo en el tratamiento testigo. Este comportamiento en presencia del fungicida implicaría una disminución de la producción de nuevo inóculo a partir de las hojas inoculadas, por lo que el fungicida disminuiría la producción de nuevas infecciones en el campo aún en las cepas con el nivel de resistencia detectada en estos trabajos.

Fitotoxicidad

Durante los ensayos, se observaron en algunas de las hojas en los tratamientos en que se aplicó el fungicida manchas irregulares de color marrón oscuro, atribuibles a fitotoxicidad. Las características del producto, mencionan que en condiciones de humedad relativa elevada en el ambiente, con valores entre 80 - 100%, Venthos es propenso a producir manchas marrones o necróticas en el cultivo, por ello es importante un secado y ventilación adecuados de las plantas antes y luego de la aplicación de pirimetanil.

Bibliografía

- Bardas, G. A., Myresiotis, C. K., and Karaoglanidis, G. S.** 2008. Stability and fitness of anilinopyrimidine-resistant strains of *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 98:443-450.
- Gepp, V.; Vero, S.; Cassanello, M.E.; Romero, G.; Silvera, E.; Gonzalez, P.; Rebellato, J.; Ferreira, y.; Bentancur, O.** 2012. Resistencia a fungicidas en *Botrytis cinérea* en el Uruguay. *Agrociencia* (Montevideo). 16(1): 97-107.
- Martínez, E.** 2012. Correlación entre la evaluación “*in vitro*” e “*in vivo*” de la sensibilidad a fungicidas de *Botrytis cinerea*: Anilopirimidinas. Tesis de grado. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. 55p.

¿CÓMO DEFINIR SECUENCIAS DE CULTIVOS QUE NOS AYUDEN AL MANEJO DE ENFERMEDADES OCASIONADAS POR *Sclerotium rolfsii*?¹

Carolina Leoni¹, Cajo ter Braak², Juan Carlos Gilsanz¹, Santiago Dogliotti³, Walter Rossing⁴, Ariena van Bruggen⁵

¹ Programa Nacional de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental, INIA, Uruguay; ² Biometris, Wageningen University; Países Bajos; ³ Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, UdelaR, Uruguay; ⁴ Farming Systems Ecology Group, Wageningen University, Países Bajos; ⁵ Emerging Pathogens Institute y Department of Plant Pathology, University of Florida, USA.

INTRODUCCIÓN

La rotación de cultivos es una de las estrategias más antiguas de la agricultura, y busca satisfacer diversos objetivos: la conservación del suelo, el manejo de la fertilidad, el manejo de las enfermedades de suelo, la sostenibilidad económica, entre otros. Desde el punto de vista del manejo de las enfermedades, la selección de los cultivos en una rotación debe realizarse de forma que se limite la infección y colonización del huésped, y así minimizar la multiplicación del patógeno. Esta selección no siempre es fácil, especialmente cuando el patógeno tiene un amplio rango de hospederos y alta persistencia en suelo, como es el caso de *Sclerotium rolfsii*.

El manejo de las enfermedades ocasionadas por *S. rolfsii* requiere la integración de estrategias que reduzcan las poblaciones de esclerotos en el suelo y/o prevengan la infección de las plantas hospederas. Por ejemplo las rotaciones de cultivos y las enmiendas del suelo con diversas fuentes de materia orgánica (composts, abonos verdes) han sido empleadas en diferentes regiones para el manejo de *S. rolfsii* (Bulluck y Ristaino, 2002; Jenkins y Averre, 1986; Liu et al., 2007; Punja, 1985; Rodríguez-Kabana et al., 1994; Stapleton et al., 2010; Taylor y Rodríguez-Kabana, 1999).

En este trabajo se estudió el efecto de diferentes secuencias de cultivos y el efecto de la incorporación de diferentes abonos verdes en la multiplicación de esclerotos de *S. rolfsii*. A su vez, la información generada en los experimentos se empleó para la construcción de un modelo que nos permite explorar diferentes secuencias de cultivos e identificar aquellas menos favorables a la multiplicación de los esclerotos de *S. rolfsii*.

MATERIALES Y MÉTODOS

a- Efecto de diferentes secuencias de cultivos en la multiplicación de esclerotos de *S. rolfsii*

Entre 2009 y 2011 se desarrolló un experimento de microparcels (2,5 x 2,0 m) a campo, donde se instalaron tres secuencias de cultivos: morrón-barbecho (M-B),

¹ Resultados parciales de la tesis doctoral de C. Leoni. “Crop rotation design in view of soilborne pathogen dynamics. A methodological approach illustrated with *Sclerotium rolfsii* and *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*”. Wageningen University. 2013.

morrón-cebolla (M-C) y morrón-avena negra (M-AN). Cada una de las secuencias se instaló en tres parcelas inoculadas con esclerotos de *S. rolfsii* y en tres sin inocular, salvo la secuencia M-B que se instaló en seis parcelas inoculadas y en tres sin inocular. A la siembra/transplante y cosecha de cada cultivo se colectó una muestra de suelo, se secó al aire y se determinó la población de esclerotos viables mediante la técnica de inmersión en metanol 1% e incubación a 25°C (Rodríguez-Kabana et al., 1980).

La dinámica de los esclerotos en el suelo para cada cultivo se ajustó con la ecuación $P_f = P_i / (\alpha + \beta P_i)$, donde P_i = número de esclerotos viables al inicio del cultivo, P_f = número de esclerotos viables al finalizar el cultivo, $1/\alpha$ = pendiente de la curva en el origen y representa la tasa de multiplicación cuando la población inicial de esclerotos es baja, y $1/\beta$ = asíntota horizontal que representa la capacidad de carga del sistema. Los parámetros α y β de la ecuación se ajustaron mediante regresión no lineal bayesiana, empleando el entorno R versión 2.12.2 (R Development Core Team 2011).

b- Efecto de la incorporación de diferentes abonos verdes en la sobrevivencia de esclerotos de *S. rolfsii*

Se realizaron 4 experimentos durante los años 2009 y 2010: dos con abonos verdes de invierno (AVI) y dos con abonos verdes de verano (AVV). Se colectó suelo superficial (10 cm superiores) de las parcelas de crecimiento de los abonos verdes (AV), se tamizó y mezcló con arena estéril (2/3 suelo, 1/3 arena). Para simular el efecto la incorporación de los AV se cosechó la parte aérea de los mismos, se picó y se incorporó a la mezcla de suelo+arena en cantidades equivalentes a las empleadas a campo. Para cada AV se preparó una mezcla (suelo+arena+AV) y se llenaron macetas de 1,5 l de capacidad, y como control se llenaron macetas sin agregado de AV. Luego, en bolsas de malla se colocaron 100 g de la mezcla suelo+arena+AV y 25 esclerotos de *S. rolfsii*. Las bolsas se enterraron en las macetas a una profundidad de 10 cm. Las macetas se llevaron al invernáculo y se regaron regularmente. A los 1, 30, 60 y 90 días se retiraron 4 macetas+bolsas por cada AV. El contenido de las bolsas se secó a temperatura ambiente y se determinaron los esclerotos viables mediante la técnica de inmersión en metanol 1% e incubación a 25°C (Rodríguez-Kabana et al., 1980).

La dinámica de los esclerotos en el suelo para cada AV se ajustó con la ecuación $S_f = S_i \exp(-bd)$, donde S_i = número de esclerotos viables al inicio del experimento, S_f = número de esclerotos viables el día d y b = tasa relativa de sobrevivencia de los esclerotos. El parámetro b de la ecuación se estimó mediante un modelo lineal mixto generalizado con una distribución Poisson, empleando el paquete “lme4” (Bates et al., 2011) de R versión 2.12.2 (R Development Core Team 2011).

c- Simulación de la dinámica de *S. rolfsii* en diferentes secuencias de cultivos

La dinámica de los esclerotos de *S. rolfsii* en el suelo se simuló para diferentes secuencias de cultivos, encadenando las ecuaciones $P_f = P_i / (\alpha + \beta P_i)$ y $S_f = S_i \exp(-bd)$, las cuales describen las fases de cultivo e intercultivo (barbecho, descomposición del AV) respectivamente. Las ecuaciones se encadenaron de forma que el resultado de una constituye el inicio de la siguiente, por ejemplo $P_{f1} = S_{i1}$, $S_{f1} = P_{i2}$, etc. (Figura 1).

Las simulaciones se realizaron primero considerando las medianas de $1/\alpha$ y $1/\beta$ (Tabla 1) y las medias de b (Tabla3), y luego considerando la distribución de los parámetros de forma de incluir la incertidumbre de las estimaciones. Ambas simulaciones se realizaron con el entorno R 2.12.2 (R Development Core Team 2011).

Simulación de la dinámica poblacional de *S.rolfsii*

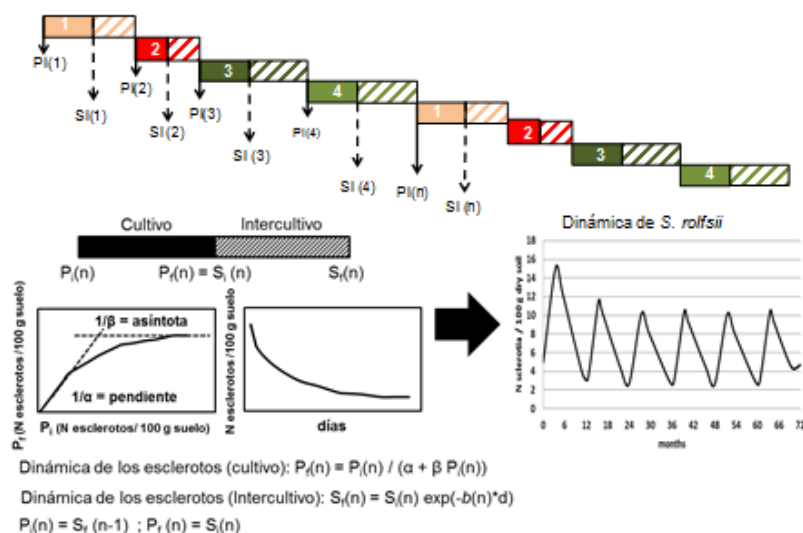


Figura 1. Esquema de la simulación de la dinámica poblacional de *S. rolfsii* (tomado de Leoni et al., 2013).

RESULTADOS

a- Efecto de diferentes secuencias de cultivos en la multiplicación de esclerotos de *S. rolfsii*

La multiplicación de los esclerotos de *S. rolfsii* fue diferente para los cultivos y actividades evaluadas. El cultivo de morrón alcanzó el mayor valor de $1/\beta$ (18 esclerotos en 100 g de suelo seco) cuando se combinaron los resultados de todos los cultivos de morrón, seguido por el cultivo de cebolla (9 esclerotos en 100 g de suelo seco) y el de avena negra (4 esclerotos en 100 g de suelo seco) (Tabla 1).

La historia del sitio también incidió en la capacidad de multiplicar el patógeno. La potencialidad para alcanzar mayores niveles de esclerotos en el suelo fue mayor cuando avena negra fue el cultivo anterior al morrón ($1/\beta = 31$ esclerotos en 100 g de suelo seco), mientras que el efecto del cultivo de cebolla y el efecto del barbecho fueron menores y semejantes entre sí (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros estimados $1/\alpha$ (pendiente en el origen) y $1/\beta$ (asíntota, en N° de esclerotos viables en 100 g de suelo seco) para la dinámica de los esclerotos de *S. rolfsii* en el suelo, bajo diferentes secuencias de cultivos.

Cultivo/actividad anterior	Cultivo	$1/\alpha$		$1/\beta$	
		Mediana	s.e.	Mediana	s.e.
Morrón	Cebolla	1,13	2,48	8,64	14,95
	Avena negra	8,22	1,79	4,17	5,79
Cebolla		6,16	2,18	11,35	13,25
Avena negra		7,74	1,80	31,39	18,85
Barbecho	Morrón	5,84	1,72	11,73	9,92
Todos		6,26	1,70	17,93	10,69

b- Efecto de la incorporación de diferentes abonos verdes en la sobrevivencia de esclerotos de *S. rolfsii*

La sobrevivencia de los esclerotos de *S. rolfsii* fue diferente para los diferentes AV evaluados. A los 90 días, la sobrevivencia de esclerotos viables luego de la incorporación de un AVI fue menor que luego de un AVV, con valores promedio de 61% y 42% para los AVI y 96% y 77% para los AVV, en 2009 y 2010 respectivamente. La incorporación de los AV en general afectó negativamente la sobrevivencia (valores de sobrevivencia menores a 100%), destacándose el efecto de los AVV Sudangras, Moha y Crotolaria, y de los AVI Trigo, Avena y Avena negra (Tabla 2). Pero también ciertos AV favorecieron la multiplicación de los esclerotos (valores de sobrevivencia mayores a 100%), especialmente luego de la incorporación de los AVV Poroto negro y Caupí, y del AVI Lupino blanco (Tabla 2).

Al ajustar la ecuación que representa la dinámica de los esclerotos en el suelo, los mayores valores de *b* (tasa relativa de sobrevivencia), que indican una menor sobrevivencia en suelo, se observaron en los AVV Sudangras y Alfalfa, y en los AVI Trigo, Avena y Alfalfa (Tabla 3). A su vez los menores valores de *B* se obtuvieron en los AVV Poroto negro y Caupí, y en los AVI Vicia peluda, Trébol rojo, Nabo forrajero y Lupino blanco (Tabla 3).

Tabla 2. Supervivencia de los esclerotos viables 90 días luego de incorporado el abono verde. La densidad relativa de los esclerotos el día 0 = 100%.

Abono Verde de Verano	Supervivencia ^a (%)		Abono Verde de Invierno	Supervivencia (%)	
	2009	2010		2009	2010
Sudangras	86 ^b	53 ^c	Avena negra	56 ^b	43 ^{ab}
Moha	59 ^b	76 ^{bc}	Avena	55 ^b	41 ^{ab}
Maíz	136 ^b	73 ^{bc}	Trigo	33 ^b	50 ^{ab}
Girasol	192 ^{ab}	72 ^{bc}	Nabo forrajero	61 ^{ab}	96 ^b
Poroto negro	399 ^a	229 ^a	Trébol rojo	72 ^{ab}	34 ^{ab}
Caupí	228 ^{ab}	105 ^b	Lupino azul	64 ^{ab}	31 ^{ab}
Crotolaria	51 ^b	79 ^{bc}	Lupino blanco	114 ^a	12 ^b
Alfalfa	138 ^b	56 ^c	Vicia peluda	63 ^{ab}	60 ^{ab}
Suelo sin AVV	96 ^b	77 ^{bc}	Alfalfa	81 ^{ab}	16 ^b
			Suelo sin AVI	61 ^{ab}	42 ^{ab}

^a Estimada como la densidad relativa de los esclerotos viables respecto al día 0. La densidad relativa de los esclerotos el día 0 = 100%. ^b Valores en la columna seguidos de igual letra indican que no hay diferencias significativas según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$).

 Tabla 3. Tasa relativa de supervivencia (1/días) de los esclerotos de *S. rolfsii* en el suelo con agregado de abonos verdes.

Abono Verde de Verano	Tasa relativa de supervivencia		Abono Verde de Invierno	Tasa relativa de supervivencia	
	media	s.e.		media	s.e.
Sudangras	0.0071^a	0.0030	Avena negra	0.0071	0.0023
Moha	0.0040	0.0028	Avena	0.0096	0.0024
Maíz	0.0046	0.0029	Trigo	0.0090	0.0024
Girasol	0.0033	0.0031	Nabo forrajero	0.0054	0.0022
Poroto negro	-0.0044	0.0030	Trébol rojo	0.0048	0.0023
Caupí	0.0021	0.0032	Lupino azul	0.0072	0.0023
Crotolaria	0.0042	0.0029	Lupino blanco	0.0059	0.0023
Alfalfa	0.0077	0.0032	Vicia peluda	0.0031	0.0023
Suelo sin AVV	0.0037	0.0032	Alfalfa	0.0088	0.0023
			Suelo sin AVI	0.0035	0.0024

^a Los valores en negrita son significativamente diferentes ($p < 0,05$) al suelo sin agregado de AV, dentro de la columna.

c- Simulación de la dinámica de *S. rolfsii* en diferentes secuencias de cultivos

Las poblaciones de esclerotos en suelo, luego de simular varios ciclos de rotaciones, variaron para las diferentes secuencias evaluadas. Las mayores poblaciones de esclerotos se obtuvieron para el monocultivo de morrón (M-B) con valores iniciales y finales de 5 y 10 esclerotos viables cada 100 g de suelo seco. Por otra parte, las menores poblaciones se observaron en la secuencia M-C-B-AN, con valores iniciales y finales de 2 y 6 esclerotos viables cada 100 g de suelo seco. En un nivel intermedio se ubicaron todas las secuencias que contenían un ciclo anual de morrón y lo alternaban con cebolla o avena negra (Tabla 4).

La simulación de la población de esclerotos para las diferentes rotaciones, cuando se emplearon parámetros fijos (mediana de $1/\alpha$ y $1/\beta$ y media de b), presentó valores de equilibrio de P_f un poco superiores a la mediana de la simulación anterior, pero siempre dentro de los rangos definidos en la Tabla 4.

Tabla 4. Poblaciones de esclerotos de *S. rolfsii* en el suelo (N° esclerotos en 100 g de suelo seco) simuladas para el inicio (P_i) y fin (P_f) de un cultivo de morrón en diferentes secuencias de cultivos, luego de alcanzar los equilibrios poblacionales.

Secuencia de cultivos	P_i^b			P_f		
	Mediana ^c	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo
M – B ^a	5	0	174	10	0	46
M - C	2	0	36	7	0	35
M - AN	2	1	23	8	3	32
M-C-M-AN	2	1	21	8	3	26
M-AN-M-C	2	1	23	7	3	30
M-C-B-AN	2	0	19	6	2	25

^a M = morrón, C = cebolla, AN = avena negra, B= barbecho. ^b La dinámica poblacional de los esclerotos para cada secuencia de cultivos se simuló hasta alcanzar poblaciones de equilibrio. ^c Los valores de mediana, mínimo y máximo para P_i y P_f son el resultado de la simulaciones considerando a distribución de los parámetros $1/\alpha$, $1/\beta$ y b .

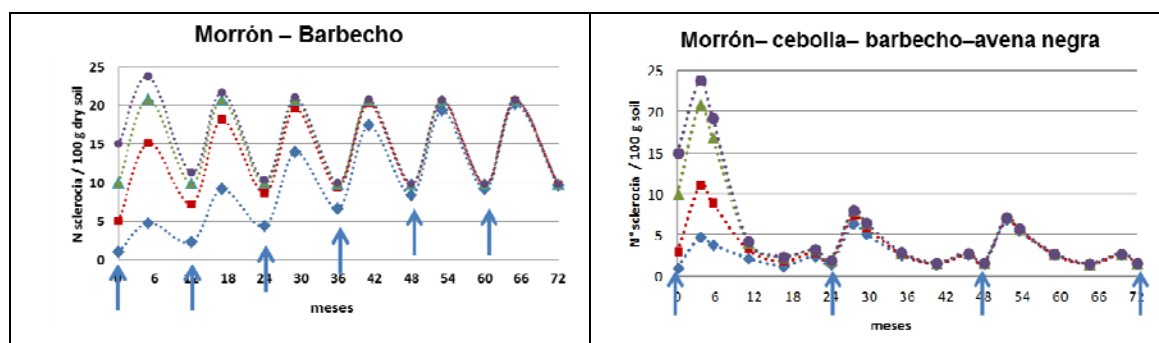


Figura 2. Simulación de la dinámica poblacional de los esclerotos viables de *S. rolfsii* para las secuencias de cultivo M-B y M-C-B-AN, partiendo de diferentes valores iniciales (P_{i0}), considerando la media de los parámetros. Las flechas indican el inicio de cada cultivo de morrón.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En el diseño de secuencias de cultivos que nos ayuden al manejo de las enfermedades de suelo es importante conocer la contribución de las diferentes especies/cultivos a la multiplicación y/o sobrevivencia del patógeno. Como se observó en este trabajo no es suficiente alternar familias diferentes (leguminosas, gramíneas). Por ejemplo, mientras algunas leguminosas como la *Crotalaria juncea* ayudan a disminuir la población de esclerotos en el suelo mediante la liberación de compuestos tóxicos durante su descomposición en el suelo, otras favorecen su multiplicación como el Poroto negro (*Phaseolus vulgaris*) o el Cauquí (*Vigna unguiculata*).

Pero también es importante conocer la historia del sitio, como se demostró en el experimento de microparcels y ha sido observado para otros patógenos del suelo como *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* que ocasiona la podredumbre basal y de raíces en cebolla y ajo (Leoni, 2013). La dinámica del patógeno en el suelo es el resultado de varios procesos a lo largo del tiempo (acumulación o pérdida de materia orgánica, cambio en las propiedades físicas del suelo, desarrollo de diferentes comunidades microbianas benéficas y patógenas) lo que supone evaluaciones a largo plazo.

El uso de modelos y simulaciones como los propuestos en este trabajo, nos permite combinar información generada en experimentos cortos y relativamente simples, y así explorar la dinámica de los patógenos bajo diferentes secuencias de cultivos. Las secuencias más promisorias pueden luego ser evaluadas para satisfacer otros objetivos (minimizar los riesgos de erosión, minimizar las pérdidas de materia orgánica del suelo, equilibrar las demandas de trabajo a lo largo del año, optimizar el margen bruto, entre otros) y finalmente ser validadas en condiciones comerciales de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Bates, D., Maechler, M., and Bolker, B., 2011. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and Eigen. R package version 0.999375-42. <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>. Consultado el 10 de Junio de 2013.
- Bulluck, L.R. III, Ristaino, J.B. 2002. Effect of synthetic and organic soil fertility amendments on southern blight, soil microbial communities, and yield of processing tomatoes. *Phytopathology* 92, 181 – 189.
- Jenkins, S.F., Averre, C.W. 1986. Problems and progress in integrated control of Southern Blight of vegetables. *Plant Disease* 70, 614 – 619.
- Leoni, C. 2013. Crop rotation design in view of soilborne pathogen dynamics. A methodological approach illustrated with *Sclerotium rolfsii* and *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. Tesis Doctoral, Wageningen University.
- Leoni, C., ter Braak, C.J.F., Gilsanz, J.C., Dogliotti, S., Rossing, W.A.H., van Bruggen, A.H.C. 2013. *Sclerotium rolfsii* dynamics in soil as affected by crop sequences. *Applied Soil Ecology* (Aceptado para su publicación).

- Liu B., Tu, C., Hu, S., Gumpertz, M., Ristaino, J.B. 2007. Effect of organic, sustainable and conventional management strategies in grower fields on soil physical, chemical, and biological factors and the incidence of Southern Blight. *Applied Soil Ecology* 37, 202-214.
- Punja, Z.K. 1985. The biology, ecology, and control of *Sclerotium rolfsii*. *Annual Review of Phytopathology* 23, 97-127.
- R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>. Accessed June 10, 2013.
- Rodriguez-Kabana, R., Beute, M.K., Backman, P.A. 1980. A method for estimating numbers of viable sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in soil. *Phytopathology* 70, 917 – 919.
- Rodriguez-Kabana, R., Kokalis-Burelle, N., Robertson, D.G., King, P.S., Wells, L.W. 1994. Rotations with coastal bermudagrass, cotton, and bahiagrass for management of *Meloidogyne arenaria* and Southern Blight in peanut. *Journal of Nematology* 26, 4S, 665 - 668.
- Stapleton, J.J., Summers, C.G., Mitchell, J.P., Prather, T.S. 2010. Deleterious activity of cultivated grasses (*Poaceae*) and residues on soilborne fungal, nematode and weed pests. *Phytoparasitica* 38, 61–69.
- Taylor, C.R., Rodriguez-Kábana, R. 1999. Optimal rotation of peanuts and cotton to manage soil-borne organisms. *Agricultural Systems* 61, 57 – 68.

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS APLICADOS AL FOLLAJE PARA EL CONTROL DE MANCHA BACTERIANA DEL TOMATE. TEMPORADA 2012-2013.

Diego Maeso y Alfredo Fernández.

Introducción.

La mancha bacteriana del tomate causada por *Xanthomonas* spp. es una de las enfermedades más importantes del cultivo a campo provocando pérdida de área foliar, muerte de flores, manchado de fruto y, cuando el ataque es muy severo, la muerte de la planta. Para su control normalmente se realizan múltiples aplicaciones de productos a base de cobre, muchas veces en forma semanal, solos o en mezcla con otros fungicidas o antibióticos. Recientemente se han desarrollado productos que por diferentes modos de acción, generalmente mediante inducción de mecanismos de resistencia de la planta, se los recomienda para el control de enfermedades bacterianas, entre ellas la mancha bacteriana del tomate. Estos productos fueron evaluados en la temporada pasada, algunos de ellos con buen desempeño.

Metodología.

Localización: Campo experimental, INIA Las Brujas.

Fechas de almácigo: 5/12/2012.

Fecha de trasplante: 15/1/2013.

Distancia de plantación: 1,50 x 0,50 m.

Diseño experimental: Bloques al azar con cuatro repeticiones.

Parcela: Tres surcos de seis metros de largo, tomate industria sin entutorar.

Aplicaciones: Con máquina de mochila. Gasto 600 l./há en máxima expansión de follaje.

Variedad: Loica.

Enfermedad: Mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.).

Tratamientos

Aplicaciones semanales a partir del 29/1/2013 de:

Nombre Comercial	Principio Activo	Dosis/100 l	Modo de acción
1. Bion 500 WG	Acibenzolar S methyl	5 g	Inductor de resistencia
2. Biorend Cobre	Quitosano y Sulfato de Cobre Penta hidratado más una base quelatante orgánica	250 cc	Inductor de resistencia
3. Kop-hidróxido	hidróxido de cobre	300 g	Bactericida
4. Afital Cobre	Anhídrido fosfórico (P ₂ O ₅): 25 % Cobre (Cu): 5%	250 cc	Inductor de resistencia
5. Sporekill	Cloruro de didecil dimetil amonio	100 cc	Desinfectante de contacto
6. Testigo sin tratar.			

El control de enfermedades a hongos se realizó siguiendo el sistema de pronóstico Tomcast utilizando únicamente clorotalonil. El control de insectos, ácaros, etc. fue el mismo para todos los tratamientos y se realizó en forma independiente a los tratamientos.

Evaluaciones:

De daños a follaje: Se realizaron diez evaluaciones de daños a follaje por mancha bacteriana en 2013 a partir del 18/2 (fecha de comienzo de la enfermedad) usando una estimación visual del porcentaje de área foliar afectada por planta en 10 plantas del surco central de cada parcela.

De rendimientos: Se evaluó el peso, el número de frutos y el número de frutos afectados por enfermedades por parcela en seis cosechas (15 y 26/4, 9, 25 y 30/5 y 6/6/2013).

RESULTADOS

Evaluaciones de daños al follaje:

Los primeros ataques de mancha bacteriana se observaron a mediados de febrero.

En el cuadro 1 se muestran los resultados de algunas evaluaciones de daños al follaje por mancha bacteriana por planta.

En la figura 2 se muestra la evolución de los daños al follaje en porcentaje de área foliar afectada durante la temporada.

Cuadro 1. Área foliar afectada con mancha bacteriana (por planta)¹.

Tratamiento	18/02	1/04	17/4	25/4	ADCPE ³
1. Bion 500 WG	1.3 a ²	26.0 bc	26.4 a	43 a	2035 ab
2. Biorend Cobre	1.9 a	19.0 ab	22.3 a	38 a	1881 a
3. Kop-hidróxido	1.5 a	18.4 ab	23.0 a	31 a	1639 a
4. Afital Cobre	2.1 a	13.9 a	19.3 a	32 a	1617 a
5. Sporekill	1.9 a	31.3 cd	44.6 b	61 b	2796 b
6. Testigo sin tratar.	7.4 b	37.7 d	43.0 b	61 b	3255 c
Coef. de variación (%)	53	15.6	12.5	13	11

¹ Promedio del área foliar afectada por la enfermedad por planta (%). Valores corregidos por $\arcsen\sqrt{\%}$ para efectuar análisis estadístico.

² Las medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente por la prueba Duncan al 1%.

³ ADCPE= Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad.

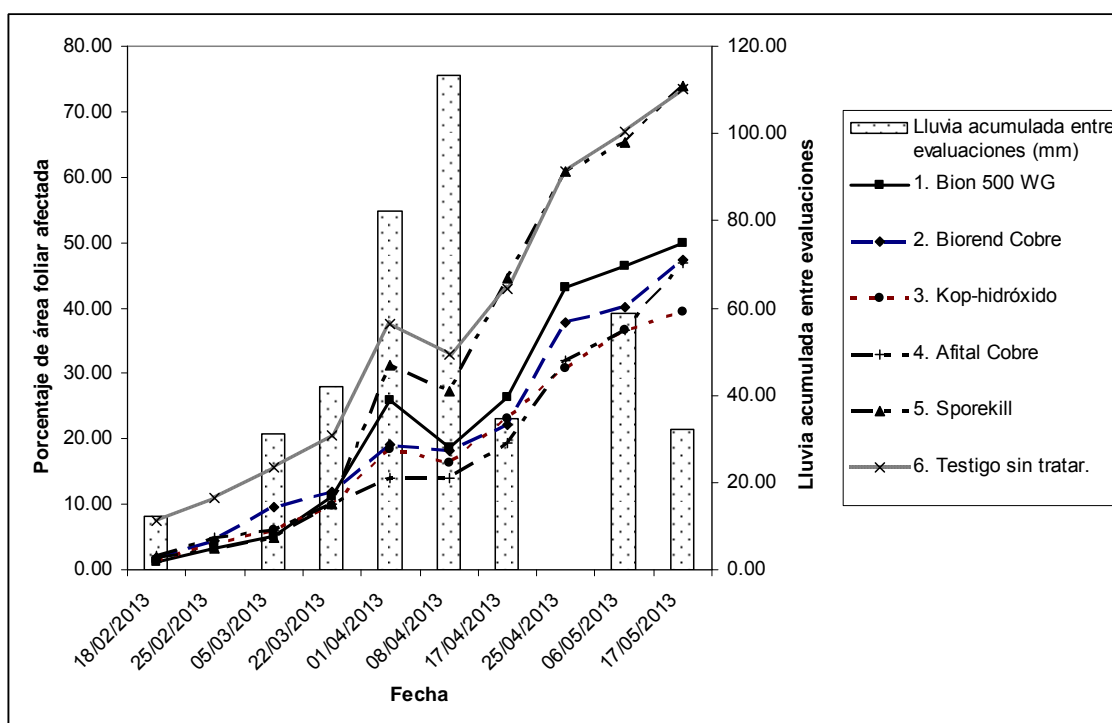


Figura 1. Evolución de la severidad de mancha bacteriana durante la temporada (porcentaje de área foliar afectada).

Rendimientos:

En el cuadro 2 se muestran los rendimientos obtenidos en número y peso totales por parcela y en el cuadro 3 los porcentajes adjudicados a lesiones en frutos.

Cuadro 2. Rendimientos totales en kilogramos por parcela.

Tratamiento	Rendimiento total Peso ton./há	Porcentaje de frutos descartados por mancha bacteriana
1. Bion 500 WG	32 a ¹	18.8 b
2. Biorend Cobre	39 ab	14.3 a
3. Kop-hidróxido	50 c	12.3 a
4. Afital Cobre	46 bc	11.5 a
5. Sporekill	37 a	18.8 b
6. Testigo sin tratar.	47 c	19.8 b
Coeficiente de variación	11	12

¹ Las medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente por la prueba Duncan al 1%.

Comentarios

- Todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo sin tratar en el control de mancha bacteriana.
- El mejor control de la enfermedad tanto en follaje como en frutos fue logrado con Kop-hidróxido, Biorend Cobre y Afital cobre.
- El control obtenido con el tratamiento que incluyó Sporekill si bien se diferenció del testigo sin tratar en las primeras etapas, decayó desde comienzos de abril.
- Las parcelas tratadas con Bion, Sporekill y Biorend Cobre mostraron los menores rendimientos.

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS APLICADOS A FOLLAJE PARA EL CONTROL DEL CANCRO BACTERIANO DEL TOMATE. Temporada 2012-13.

Responsables: Diego Maeso y Jorge Arboleya.

Colaboradores: Alfredo Fernández y Wilma Walasek.

Introducción

Durante los últimos años se han realizado experimentos tendientes a evaluar diferentes medidas para el manejo del cancro bacteriano del tomate (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*): desinfección de semillas, desinfección del agua de riego, rotaciones, etc. En este trabajo se evaluó la eficacia de diferentes productos aplicados al follaje en plantas de tomate cultivadas en un predio con historia de la enfermedad. Se presentan los resultados de la segunda temporada de evaluación la cual se hizo bajo cubierta y al aire libre.

Localización: Campo experimental, INIA Las Brujas. En un cuadro donde existen fuertes antecedentes de cancro bacteriano. Dos experimentos gemelos uno al aire libre y otro bajo cubierta.

Almácigo: 8/10/2012. Con semilla tratada con baño en agua caliente. Cultivar Michelle (Sakata).

Fecha de trasplante: 28/11/12

Distancia de plantación: 0,60 x 0,50 m.

Diseño experimental: Bloques al azar con cuatro repeticiones.

Experimento al aire libre: Cada parcela constaba de dos filas de cuatro metros de largo.

Variiedad: Michelle (Sakata), semilla desinfectada con agua caliente. Tomate de mercado entutorado.

Enfermedad: Cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*), Cmm.

Tratamientos:

Los tratamientos evaluados estaban formados por aplicaciones semanales a partir del 20/12/12 de los siguientes compuestos:

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

Gasto de agua: 1000 l/ha. Aplicación con pulverizadora manual de mochila.

Evaluaciones

De seguimiento sanitario: Desde el comienzo de la enfermedad (10/1/13) se registró semanalmente el número de plantas afectadas por fila. A cada planta se le asignaron grados según la severidad de la enfermedad usando la siguiente escala: 0 = sin síntomas, 1= una o dos hojas comenzando a marchitar, 2= algunas hojas marchitas y comienzo de secado de las mismas, 3= algunas hojas secas, planta en su mayor parte marchita, 4= planta marchita casi muerta y 5 = planta muerta.

Al fin del ciclo (18/3/13) se evaluó el estado del sistema vascular de los tallos de diez plantas por parcela cortándolos longitudinalmente desde el cuello. Se registró si existía amarronamiento de vasos en toda la planta. Cuatro de esas plantas por parcela fueron analizadas por la prueba ELISA para verificar la presencia de Cmm en su interior.

También fue evaluado el efecto de los tratamientos en el control mancha bacteriana usando una escala visual de porcentaje de área cubierta con la enfermedad.

De rendimientos: Se pesaron y contaron los frutos de tomate obtenidos en cada cosecha en el período 30/1 al 12/3/13.

RESULTADOS:

Evolución del número de plantas enfermas (incidencia).

En la figura 1 se muestra la evolución del porcentaje de plantas enfermas con cancro bacteriano (incidencia) en la temporada 2013 en los seis tratamientos. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en el porcentaje de plantas enfermas en la evaluación correspondiente al 18/2/2013 (cuando el testigo sin tratar estaba afectado en 100%) siendo el tratamiento con Biorend Cobre el que presentó menor incidencia (cuadro 1).

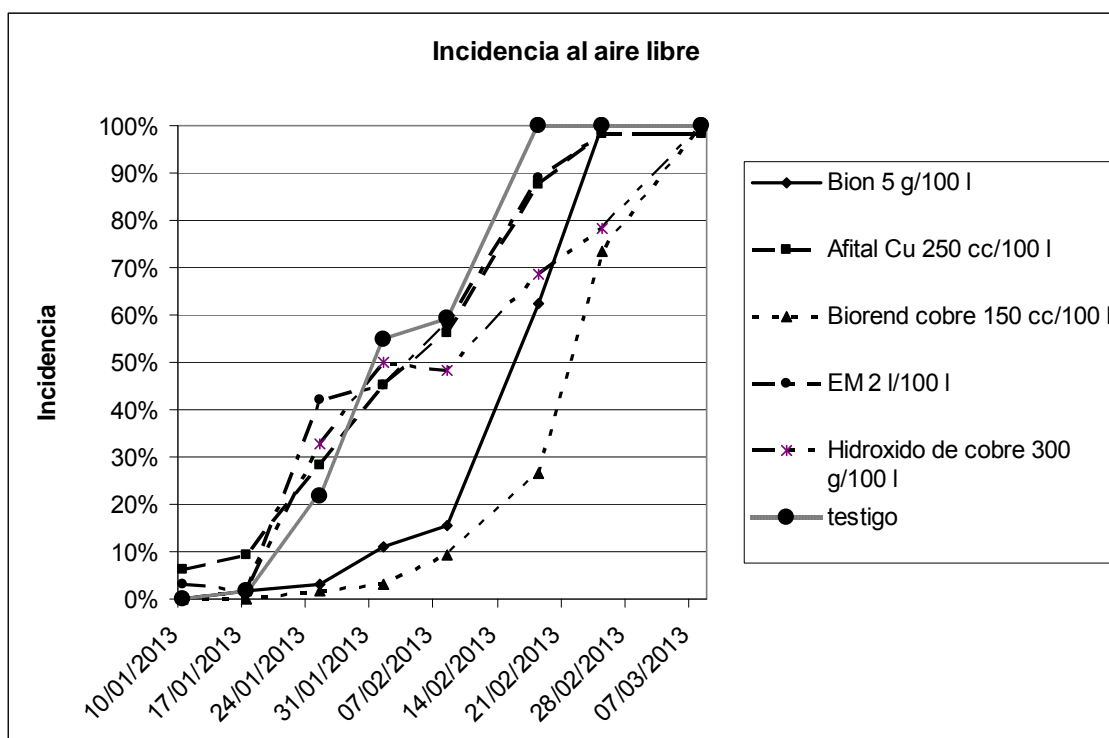


Figura 1. Evolución del número de plantas con síntomas de cancro bacteriano, experimento al aire libre.

Cuadro 1. Incidencia de cancro bacteriano (porcentaje de plantas afectadas).

Tratamiento	% plantas enfermas al 18/2/2013
1. Bion 500 WG	63 ab ¹
2. Afital Cobre	88 b
3. Biorend Cobre	27 a
4. EM	89 b
5. Kop-hidróxido	69 ab
6. Testigo sin tratar.	100 b
Coef. de variación (%)	39

¹ Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente por la prueba Duncan de rangos múltiples al 5% de probabilidad. Los valores en % fueron corregidos por arcsen $\sqrt{\%}$ previo a su análisis.

Evolución de la severidad.

En el cuadro 2 y en la figura 2 se muestra la evolución de la severidad de la enfermedad en los seis tratamientos con su correspondiente significancia estadística. Se destaca el comportamiento de los tratamientos Biorend Cobre, Bion, y Kop-hidróxido en los cuales los valores de severidad fueron estadísticamente menores en la mayor parte del ciclo.

Cuadro 2. Severidad de síntomas de cancro bacteriano (escala 0-5) y su correspondiente área debajo de la curva de progreso de la enfermedad

Tratamiento	18/2/13	25/2/13	8/3/13	ADCPE ¹
1. Bion 500 WG	1.11 ab ²	1.83 ab	3.03 ab	982 ab
2. Afital Cobre	2.07 bc	2.61 bc	3.30 bc	1535 b
3. Biorend Cobre	0.27 a	1.25 a	2.97 ab	715 a
4. EM	2.22 bc	3.06 c	3.68 c	1599 b
5. Kop-hidróxido	0.97 ab	1.57 ab	2.66 a	1119 ab
6. Testigo sin tratar.	2.58 c	3.27 c	3.69 c	1727 b
Coef. de variación (%)	40	23	7	37

¹ADCPE= Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (calculada con datos corregidos).

² Los valores seguidos por igual letra no son diferentes estadísticamente por la prueba Duncan al 1%. Para su análisis los datos fueron llevados a porcentaje sobre el valor máximo (5) y corregidos por $\arcsen \sqrt{\%}$

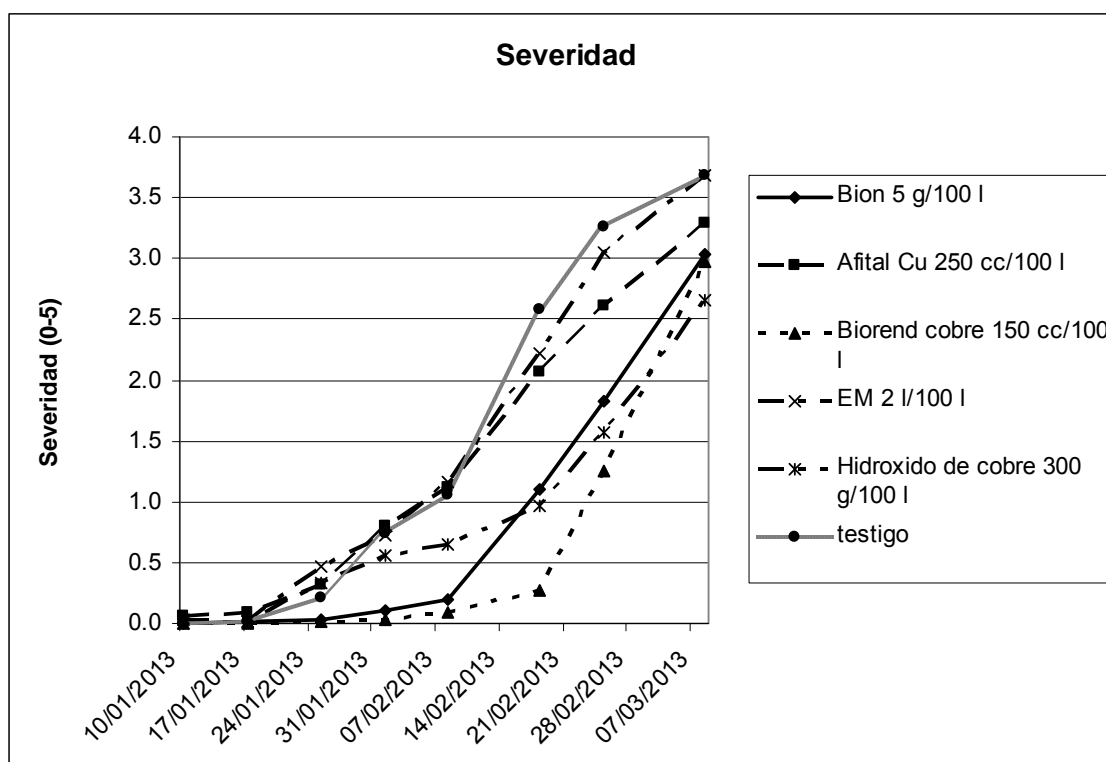


Figura 2. Evolución de la severidad de la enfermedad medida con una escala 0-5 (0= sin síntomas, 5= planta muerta).

Estado del sistema vascular y prueba ELISA.

En el cuadro 3 se muestran los porcentajes de las plantas analizadas con deterioro del sistema vascular en la parte basal y apical de la planta.

Cuadro 3. Porcentaje de plantas con deterioro de los vasos del tallo.

Tratamiento	Porcentaje de plantas con amarronamiento de vasos
1. Bion 500 WG	30 b ¹
2. Afital Cobre	20 ab
3. Biorend Cobre	0 a
4. EM	13 ab
5. Kop-hidróxido	13 ab
6. Testigo sin tratar.	25 b
Coef. de variación (%)	67

¹ Los valores seguidos por igual letra no son diferentes estadísticamente por la prueba Duncan al 7 %.

En el cuadro 4 se presentan los resultados de los análisis serológicos de cuatro plantas por parcela a fin de ciclo en porcentaje de plantas con detección de Cmm en planta.

Cuadro 4. Porcentaje de plantas con detección de Cmm a fin de ciclo

Tratamiento	Porcentaje de plantas con detección de Cmm
1. Bion 500 WG	88 c
2. Afital Cobre	94 c
3. Biorend Cobre	63 b
4. EM	100 c
5. Kop-hidróxido	6 a
6. Testigo sin tratar.	100 c
Coef. de variación (%)	23

Rendimientos.

En el cuadro 4 se muestran los rendimientos acumulados en peso de frutos por parcela obtenidos en los diferentes tratamientos hasta el 12/3/2013.

Cuadro 4. Rendimientos totales por parcela.

Tratamiento	Peso acumulado (kg/parcela)
1. Bion 500 WG	20.7 a ¹
2. Afital Cobre	22.6 ab
3. Biorend Cobre	26.5 b
4. EM	23.0 ab
5. Kop-hidróxido	23.3 ab
6. Testigo sin tratar.	20.8 a
Coef. de variación (%)	11

¹ Los valores seguidos por igual letra no son diferentes estadísticamente por la prueba Duncan al 5%.

Efecto secundario sobre mancha bacteriana.

En el cuadro 5 se muestran los resultados de las evaluaciones de severidad de mancha bacteriana para los distintos tratamientos.

Cuadro 5. Porcentaje de área foliar cubierta con mancha bacteriana (severidad).

Tratamiento	08/02/2013	18/02/2013	25/02/2013
1. Bion 500 WG	1.1 a ¹	5.8 a	11.4 a
2. Afital Cobre	13.4 bc	23.8 bc	26.3 bc
3. Biorend Cobre	3.1 ab	7.5 a	14.2 ab
4. EM	16.7 c	24.4 bc	28.1 c
5. Kop-hidróxido	7.0 abc	11.9 ab	11.9 a
6. Testigo sin tratar.	10.9 bc	31.3 c	35.6 c
Coef. de variación (%)	54	28	21

¹ Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente por la prueba Duncan de rangos múltiples al 5% de probabilidad. Los valores en % fueron corregidos por $\arcsen \sqrt{\%}$ previo a su análisis.

Comentarios

1. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en el porcentaje de plantas afectadas en la evaluación del 18/2/2013. La menor incidencia se encontró en las parcelas tratadas con Biorend Cobre, Kop-hidróxido y Bion.
2. La menor severidad de la enfermedad se observó en las parcelas tratadas con Biorend Cobre, Kop-hidróxido y Bion.
3. Las parcelas tratadas con Biorend Cobre, Kop-hidróxido y Afital cobre presentaron menor porcentaje de plantas con amarronamiento de vasos a fin de ciclo.
4. Los tratamientos con Kop hidróxido y Biorend cobre presentaron el menor porcentaje de plantas con detección de Cmm por ELISA.
5. Los mayores rendimientos fueron obtenidos en las parcelas tratadas con Biorend cobre.

6. Los tratamientos con Biorend Cobre, Kop-hidróxido y Bion presentaron un buen control secundario de mancha bacteriana.

