

Vegetación espontánea en el cinturón hortícola platense hospedante de Thripidae (Thysanoptera) vectores de Tospovirus: riesgo relativo como componente epidemiológico

CARRIZO, P.¹; AMELA GARCÍA, M.T.^{2,3}

RESUMEN

La peste negra es una virosis causada por el *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV), transmitida por trips y representa un problema complejo ya que las malezas hospedantes para los trips vectores y el virus acentuado como reservorio del virus y sustento de los vectores. El objetivo fue generar, a partir de una lista de malezas que actúan como hospedantes de las cuatro especies de trips vectores en el cinturón hortícola platense, una categorización de riesgo relativo como componente epidemiológico. Entre 2000 y 2003 se seleccionaron tres sitios dentro del cinturón hortícola platense (Buenos Aires, Argentina) donde se realizaron muestreos mensuales (60 en total) en flores de 21 malezas hospedantes de *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella gemina* y *Thrips tabaci*. Para su análisis, los resultados de los muestreos fueron agrupados en tres estaciones anuales, en correspondencia con la fenología de los cultivos en invernadero en la región. Para los cuatro trips vectores, se consideró la abundancia de trips adultos y la presencia de sus larvas, mediante un análisis cluster, jerárquico y no supervisado, y la prueba DGC de comparación de medias multivariada para obtener el número de grupos significativos. A partir de este agrupamiento de base, fueron definidos tres grupos de riesgo (GR) como fuente de inóculo de estos vectores: alto (A), medio (M) y bajo (B) según el estatus de hospedantes reproductivas (HR). Los grupos que surgieron fueron: (A): HR de *F. occidentalis*, (M): HR de *F. schultzei* y *T. tabaci*, y (B): HR de *F. gemina* o de trips no vectores. Se propone el relevamiento periódico y la supresión temprana de la floración de nueve especies de malezas categorizadas como de riesgo alto. Ello implica el monitoreo continuo de tres especies de malezas, a las cuales se les suman otras acompañantes según la estación de crecimiento.

Palabras clave: *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella gemina*, *Thrips tabaci*, TSWV.

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal, Cátedra de Zoología Agrícola. Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: pcarrizo@agro.uba.ar

²Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Grupo de Biología Reproductiva en Plantas Vasculares. Buenos Aires, Argentina.

³CONICET – Universidad de Buenos Aires. Instituto de Micología y Botánica (INMIBO). Buenos Aires, Argentina.

ABSTRACT

The Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) is a thrips transmitted virus and a complex problem since weeds are hosts of the vectors and also of the virus, then those plant species may act as reservoir and vector support. The objective was to obtain, from a list of weeds previously known as hosts of the four vector thrips species in the La Plata horticultural belt, a categorization of relative risk as epidemiological component. Between 2000 and 2003, three sites were selected within the horticultural belt of La Plata (Buenos Aires, Argentina), where samples (total = 60) were collected from flowers of 21 weeds, known as hosts of *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella gemina* and *Thrips tabaci*. For their analysis, the results of the samplings were grouped in three annual seasons, in correspondence with the phenology of the greenhouse crops in the region. For the four species of thrips known as vectors, were considered the adult abundance and the presence of their larvae. It was cluster analysis, hierarchical and unsupervised, and then the DGC multivariate means test, were used to obtain the number of significant groups. From this early grouping, three risk groups (RG) were defined as a source of inoculum of these vectors: high (H), medium (M) and low (L), according to their previously known status as reproductive hosts (RH). The groups that emerged were: (H): RH of *F. occidentalis*, (M): RH of *F. schultzei* and *T. tabaci*, and (L): RH of *F. gemina* or RH of non-vector thrips. The proposal focuses on the periodic survey and early suppression of flowering of nine weed species categorized as RG (H). This involves the continuous survey of three species of weeds, to which are added other companions according to the growing season.

Keywords: *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella gemina*, *T. tabaci*, TSWV.

INTRODUCCIÓN

La peste negra (TSWV o *Tomato Spotted Wilt Virus* y otros serotipos relacionados) es una virosis transmitida a los cultivos por trips (Thripidae: Thysanoptera) que representa un problema complejo a través de todas las áreas hortícolas de Argentina (Williams *et al.*, 2001; Gomez Talquena *et al.*, 2007; Dal Bó, 2011). El TSWV es la especie tipo del género *Tospovirus*, un Bunyaviridae que se caracteriza por estar formado por virus fitopatógenos, con un amplio rango de hospedantes que abarca cerca de 90 familias y 1000 especies de plantas. Las partículas virales son esféricas, con una envoltura lipídica (del hospedante) y proyecciones glicoproteicas codificadas por el genoma viral. En su interior se encuentran tres partículas nucleoproteicas, compuestas por segmentos de RNA circularizados y proteína de la cápside. Estos tres segmentos de RNA de cadena simple constituyen el genoma de los *Tospovirus* (Whitfield *et al.*, 2005).

Antes del ingreso de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) al país (de Santis, 1995) ya se habían registrado pérdidas por peste negra en invernadero, si bien las pérdidas se incrementaron a partir de su ingreso (Dal Bó, 2011). Tales epidemias demuestran que al menos uno de los otros tres vectores del virus registrado en la Argentina (*Frankliniella schultzei* (Trybom), *Thrips tabaci* Lindemann o *Frankliniella gemina* Bag-nall) implicaría de por sí un riesgo para los cultivos.

Las plantas de la vegetación espontánea que rodean a los invernaderos (consideradas como malezas) y que son hospedantes (HR = hospedantes de reproducción, o "verdaderas") para los trips vectores pueden actuar como

su reservorio y fuente de inóculo para la enfermedad. Sin embargo, eliminar toda la vegetación circundante es irracional, tanto desde el punto de vista económico como ambiental. Es necesario explorar otras opciones como, por ejemplo, orientar el control solo hacia aquellas especies vegetales preferidas por los vectores como sitio de reproducción, las cuales podrían actuar como origen de las epifitias (Northfield *et al.*, 2008). Para ello resulta indispensable la determinación de las HR para todo el elenco de trips vectores, mediante la identificación de las especies presentes en tales hospedantes, tanto en estado adulto como larval (Carrizo y Amela García, 2017).

Por una parte, la mayoría de las investigaciones dedicadas a la búsqueda de HR para los trips vectores se refieren exclusivamente a *F. occidentalis*, el vector más eficiente y de mayor dispersión mundial (Riley *et al.*, 2011). El segundo vector más cosmopolita, *Thrips tabaci*, tiene un rol variable en la transmisión según el área considerada (Chatzivassiliou, 2002). Milne y Walter (1998) verificaron cinco HR entre las especies vegetales, malezas del algodón, donde ese trips es plaga. De modo similar, Wilson (1998) halló al menos cinco especies que pueden actuar como HR de este vector y reservorio del virus en cultivos de lechuga. Los trabajos sobre *Frankliniella schultzei*, mayormente en las zonas tropicales y subtropicales del hemisferio sur (Riley *et al.*, 2011), no se relacionan con su rol como vector. Probablemente esto se deba a que esta especie presenta en general menor importancia respecto de *F. occidentalis* y *T. tabaci* (Cho *et al.*, 1987; Riley *et al.*, 2011; Carrizo, 1996 y 1998). Por último, los HR para la especie endémica sudamericana, *F. gemina*, vectora de GRSV (Groundnut Ring

Spot Virus) en nuestro país (De Borbon *et al.*, 2006) no habían sido considerados hasta muy recientemente (Carrizo y Amela García, 2017).

Por otra parte, existen muy escasos antecedentes respecto de la categorización de las especies de la vegetación espontánea, no ya como HR de estos trips sino por el riesgo relativo que presentan al actuar como origen de vectores migrantes hacia el cultivo. Puede mencionarse investigaciones considerando solo a *F. occidentalis* y utilizando escalas arbitrarias según su abundancia en las hospedantes y las larvas acompañantes pertenecientes a Thripidae (Yudin *et al.*, 1987; Carrizo, 1998). En estas escalas arbitrarias, los autores establecieron según su propio criterio una escala sin más fundamentación, tal como someter los valores de abundancia halladas en las especies vegetales a un análisis objetivo que valide en alguna forma su criterio. Justamente, la valoración mediante una prueba objetiva para comparar entre especies en vez de utilizar una escala arbitraria es lo que se propone en el presente trabajo.

El objetivo del presente trabajo fue proponer, para las especies que actúan como Hospedantes Reproductivas (HR) de los vectores de la peste negra en el cinturón hortícola platense, y una categorización en Grupos de Riesgo relativo como reservorio para dichos vectores como componente epidemiológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se seleccionaron tres sitios de muestreo dentro del cinturón hortícola del Gran La Plata (provincia de Buenos Aires, Argentina) que ocupa un radio de unos 40 km hacia el N, O y S de la Ciudad de La Plata (34°54' lat. S, 57°55' long. O). Cada uno de estos sitios fue considerado como una unidad de experimento (UE):

Sitio 1. Chacra Experimental Gorina, Ministerio de Asuntos Agrarios de la prov. de Buenos Aires; partido de La Plata; 34°54'36,10" lat.S, 58°02'13,05" long. O.

Sitio 2. Establecimiento comercial de producción de hortalizas; ubicado a 1 km de la Estación Pereyra (Ferrocarril Roca) en el partido de Berazategui; 34°50'34,77" lat.S; 58°05'59,83" long. O.

Sitio 3. Estación Experimental Julio Hirschorn, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de

La Plata; en el Partido de los Hornos; 34°59'05,63" lat.S, 57°59'58,01" long. O.

Para los relevamientos de plantas hospedantes de trips fueron consideradas las áreas sin control periódico de malezas: lugares incultos, bordes y caminos, dentro de los límites de cada UE o en su zona más inmediata de influencia.

Los datos corresponden a muestreos entre los años 2000 y 2003; durante dicho período se realizaron 1 a 3 muestreos por mes, en distintas estaciones del año, correspondiendo la menor intensidad al otoño e invierno y la mayor a la primavera y verano. La unidad de muestreo fue de 1 flor o inflorescencia según correspondiera (25 unidades/sp./fecha), en 21 especies de plantas de la vegetación espontánea (Carrizo y Amela García, 2017).

Procesamiento de muestras y datos

Las flores fueron sumergidas y agitadas en un recipiente de 15 cm de alto por 15 cm de diámetro que contenía etanol 60%, volcando el contenido sobre un trozo de muselina ajustado a la boca del recipiente, de donde los individuos fueron extraídos y colocados en una caja de Petri para su recuento posterior. El material se conservó en alcohol 70%.

Los trips fueron acondicionados en preparaciones microscópicas semipermanentes en líquido de Hoyer. Fueron identificados bajo un microscopio óptico Zeiss Axio Imager dotado de Contraste Diferencial por Interferencia (Differential Interference Contrast – DIC) mediante claves para el estado adulto (De Borbon, 2009; De Borbon, 2013; Nakahara, 1994; Mound y Marullo, 1996) y para el segundo estadio larval (Speyer y Parr, 1941; De Borbon, 2007; Kucharzyk, 2010).

La abundancia temporal de los trips vectores en las 21 especies de plantas muestreadas fue analizada considerando tres etapas estacionales: invierno-primaveral (julio a octubre), estival (noviembre a febrero) y otoñal (marzo a mayo), que se corresponden aproximadamente con las etapas de manejo y fenología de los cultivos de pimiento y tomate en invernadero en el cinturón hortícola platense, así como con distinta actividad para los trips (tabla 1).

Los datos fueron procesados por especie de planta, en cada sitio y fecha de muestreo. En el caso de los adultos, se consideró la abundancia por especie de trips (n.º de individuos/ la especie de planta correspondiente). Para las larvas, en cambio, se consideró una variable binaria (1, 0)

Meses	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Estaciones	Inverno-Primaveral			Estival						Otoñal	
Etapas de manejo	Almácigo y Vegetativo			Producción (Cosecha)						Poscosecha	
Fenología del cultivo	Vegetativo			Floración / Fructificación						Senescencia	

Tabla 1. Estaciones consideradas para los relevamientos.

(presencia, ausencia), ya que ello implica señalar a la especie de planta, al menos como hospedante reproductiva (HR) *sensu lato* para la especie de trips vectora (*sensu lato* Carrizo y Amela García, 2017).

Se realizó un análisis clúster, jerárquico y no supervisado (Hair *et al.*, 1999), utilizando Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2016) y representando los resultados en un dendrograma. Posteriormente se llevó a cabo la prueba DGC de comparación de medias multivariada (Di Rienzo *et al.*, 2002) para determinar el número de grupos significativos (Valdano y Di Rienzo, 2007).

Se consideró que una maleza pertenecía a un Grupo de Riesgo (GR) determinado, conforme actúe como un Hospedante Reproductiva para la especie de trips vectora con una eficiencia decreciente en la transmisión del TSWV (Riley *et al.*, 2011): alto (HR de *F. occidentalis*), medio (HR de *F. schultzei* y *T. tabaci*) o bajo (HR de *F. gemina* o de trips no vectores).

RESULTADOS

Se analizaron los resultados provenientes de 60 fechas de muestreo: 26 correspondieron al sitio 1 con 224 muestras; 18 al sitio 2 con 160 muestras y 16 al sitio 3, con 127 muestras. A partir de 14.636 flores de malezas, se obtuvo un total de 54.054 individuos de los cuales 40.356 fueron adultos y 13.694 fueron larvas de 1.º y 2.º estadio. Para llevar a cabo el análisis, se consideró solamente a los adultos y larvas de *F. occidentalis*, *F. schultzei*, *F. gemina* y *T. tabaci*, es decir, los vectores registrados en el cinturón hortícola platense.

En las figuras 1, 2 y 3 se presentan los dendrogramas originados por el agrupamiento clúster y la prueba DGC posterior, con la línea de corte que determinó la emergencia de grupos significativamente diferentes. El análisis generó cinco grupos para el período invierno-primaveral y el otoño y diez grupos para la estación estival (resultados de la prueba DGC en figuras y tablas 1, 2 y 3).

El agrupamiento, en el caso de los adultos, se basa en la proporción relativa de cada especie de trips vector en la estación correspondiente. En cambio, dado que la presencia de larvas para cada especie fue ingresada al análisis como una variable binaria, otorga a todas ellas idéntica ponderación. A este agrupamiento se le adicionó la clasificación de los Grupos de Riesgo: Alto, Medio y Bajo. En consecuencia, en las figuras se refleja la interpretación del agrupamiento de las especies de plantas, según su rasgo de Hospedante Reproductiva (HR) para cada una de las especies de trips vectores.

El grupo de riesgo alto incluyó a las especies que actúan como hospedantes de alimentación para tres o cuatro de los vectores y como HR de *F. occidentalis* o de esta y *F. schultzei*. Para la estación estival, los adultos de *F. occidentalis* se hallaron en 18 de las 21 especies, por lo que no resultó un carácter útil para separar los grupos.

Las especies de riesgo alto serían cuatro para la estación invierno-primaveral (*Brassica rapa*, *Raphistrum rugosum*, *Raphanus sativus* y *Echium plantagineum*), ocho para la estación estival (las mismas que para la estación previa más *Matricaria chamomilla*, *Carduus acanthoides* y *Galega officinalis*) y cinco para la estación otoñal (*B. rapa*,

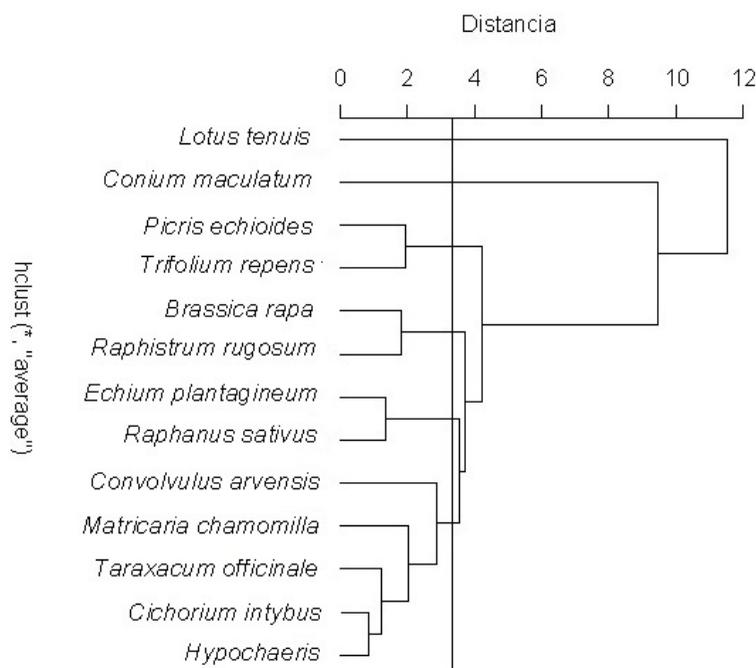


Figura 1. Estación invierno-primaveral. Dendrograma, grupos significativos de la prueba DGC.

Especie de planta	Grupo según prueba DGC	Especie de larvas		Especie de adultos		Grupos de riesgo
		Presencia	Presencia	Dominancia estacional		
<i>Lotus tenuis</i>	5	ST	GOTS	G		Medio
<i>Conium maculatum</i>	3	G	GOTS	GT		Medio
<i>Picris echioides</i>	5	GT	GOTS	GT		Medio
<i>Trifolium repens</i>	5	GT	GOTS	GTO		Medio
<i>Brassica rapa</i>	1	GOT	GOTS	GTOS		Alto
<i>Raphistrum rugosum</i>	1	GOT	GOTS	GTO		Alto
<i>Echium plantagineum</i>	4	GOST	GOT	GT		Alto
<i>Raphanus sativus</i>	4	GOST	GOTS	GTO		Alto
<i>Convolvulus arvensis</i>	2	S	GOTS	T		Bajo
<i>Matricaria chamomilla</i>	2	GOST	GOT	GT		Medio
<i>Taraxacum officinale</i>	2	G	GOTS	GT		Bajo
<i>Cichorium intybus</i>	2		GOTS	GO		Bajo
<i>Hypochaeris</i>	2		GOTS	GTOS		Bajo

Tabla 2. Estación invierno-primaveral. Tabla de criterios y grupos de riesgo.

Referencias:

Para las especies de trips vectores:

G: *Frankliniella gemina*, O: *Frankliniella occidentalis*, S: *Frankliniella schultzei*, T: *Thrips tabaci*

Para encabezados de las columnas:

Especies de larvas, presencia: por orden alfabético, especies de trips en estado larval halladas en las flores

Especies de adultos, presencia: por orden alfabético, especies de trips en estado adulto halladas en las flores

Especies de adultos, dominancia estacional: ordenadas por abundancia relativa para la estación, especies de trips en estado adulto halladas en las flores

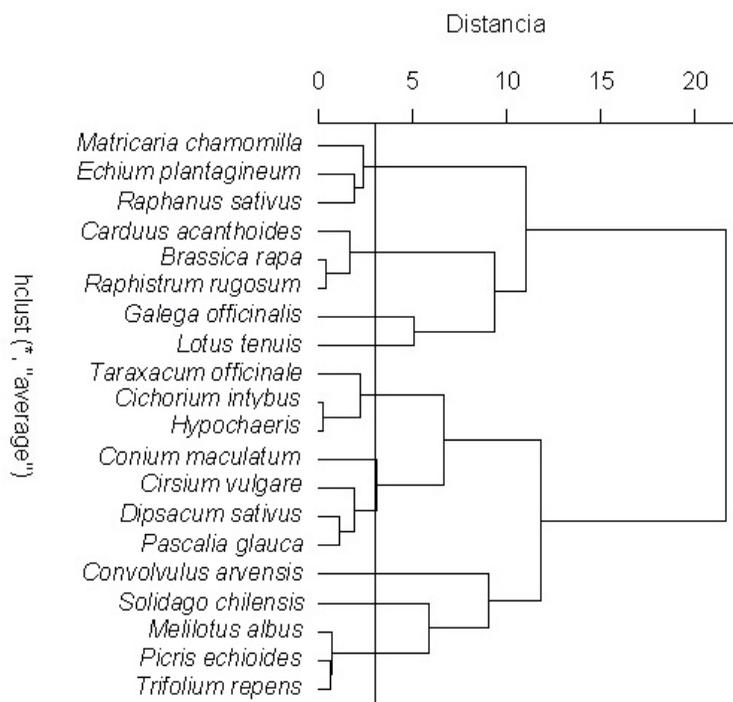


Figura 2. Estación estival. Dendrograma, grupos significativos de la prueba DGC.

Especie de planta	Grupo según prueba DGC	Especie de larvas		Especie de adultos	
		Presencia	Presencia	Dominancia estacional	Grupos de Riesgo
<i>Matricaria chamomilla</i>	6	GOTS	GOTS	GTOS	Alto
<i>Echium plantagineum</i>	6	GOTS	GOT	TGO	Alto
<i>Raphanus sativus</i>	6	GOTS	GOTS	TGSO	Alto
<i>Carduus acanthoides</i>	1	GOT	GOTS	GTOS	Alto
<i>Brassica rapa</i>	1	GOT	GOTS	GTOS	Alto
<i>Raphistrum rugosum</i>	1	GOT	GOTS	GTOS	Alto
<i>Galega officinalis</i>	7	OT	GOT	GOT	Alto
<i>Lotus tenuis</i>	8	ST	GOTS	GTOS	Alto
<i>Taraxacum officinale</i>	2	G	GOTS	GO	Bajo
<i>Cichorium intybus</i>	2		GOTS	GTOS	Bajo
<i>Hypochaeris</i>	2		GOTS	GTSO	Bajo
<i>Conium maculatum</i>	3	G	GOTS	GTSO	Bajo
<i>Cirsium vulgare</i>	3	G	GOTS	GTOS	Bajo
<i>Dipsacum sativus</i>	5	G	GOTS	GTOS	Bajo
<i>Paschalia glauca</i>	5	G	GOTS	GTO	Bajo
<i>Convolvulus arvensis</i>	4	S	GOTS	TGSO	Medio
<i>Solidago chilensis</i>	10	GS	GT	GT	Medio
<i>Melilotus albus</i>	9	GT	GOT	TGO	Medio
<i>Picris echioides</i>	9	GT	GOTS	GTO	Medio
<i>Trifolium repens</i>	9	GT	GOTS	GTOS	Medio

Tabla 3. Estación estival. Tabla de criterios y grupos de riesgo.

Referencias:

Para las especies de trips vectores:

G: *Frankliniella gemina*, O: *Frankliniella occidentalis*, S: *Frankliniella schultzei*, T: *Thrips tabaci*

Para encabezados de las columnas:

Especies de larvas, presencia: por orden alfabético, especies de trips en estado larval halladas en las flores

Especies de adultos, presencia: por orden alfabético, especies de trips en estado adulto halladas en las flores

Especies de adultos, dominancia estacional: ordenadas por abundancia relativa para la estación, especies de trips en estado adulto halladas en las flores

R. rugosum, *R. sativus*, *M. chamomilla*, y *C. acanthoides*). La mayoría además habían sido previamente calificadas como HR *sensu stricto* en la misma zona (Carrizo y Amela García, 2017) lo que justifica su pertenencia a este grupo.

Las especies de plantas consideradas de riesgo medio presentaron adultos para tres o cuatro de los vectores, actuaron como HR para uno o dos de ellos, pero sin incluir a *F. occidentalis*. Esta categoría se relacionó con la presencia de larvas de *F. schultzei* y de *T. tabaci*; esta última especie no se comporta como vector en nuestro país, donde su reproducción es exclusivamente por telioquia (Chatzivassiliou, 2002). No es posible predecir si tal estatus puede modificarse en el futuro. Finalmente, las plantas agrupadas como de riesgo bajo incluyen a aquellas que actúan como HR de especies de trips no vectoras o solo de *F. gemina*, entre las especies vectoras.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Por un lado, no resulta sencillo categorizar a las especies vegetales potencialmente hospedantes según su riesgo. Si bien una primera aproximación se refiere generalmente a la abundancia de individuos por flor, esta variable puede cambiar en varios órdenes de magnitud, desde cero hasta 100 o más a través de las estaciones anuales, aun para la misma especie de planta y en un área particular. Además, las plantas que actúan como origen para la migración de los vectores varían no solo entre países, sino a través de las regiones en la Argentina. Por ejemplo, Scotta (1998) en el sur de Santa Fe y de Breuil *et al.* (2013) en Córdoba, identificaron a *F. schultzei* como la especie prevalente en diversos cultivos (junto con *F. gemina*), ambas principalmente vectoras de GRSV. En el área platense, sin embargo, predomina el TSWV (Gomez Talquenca *et al.*, 2007;

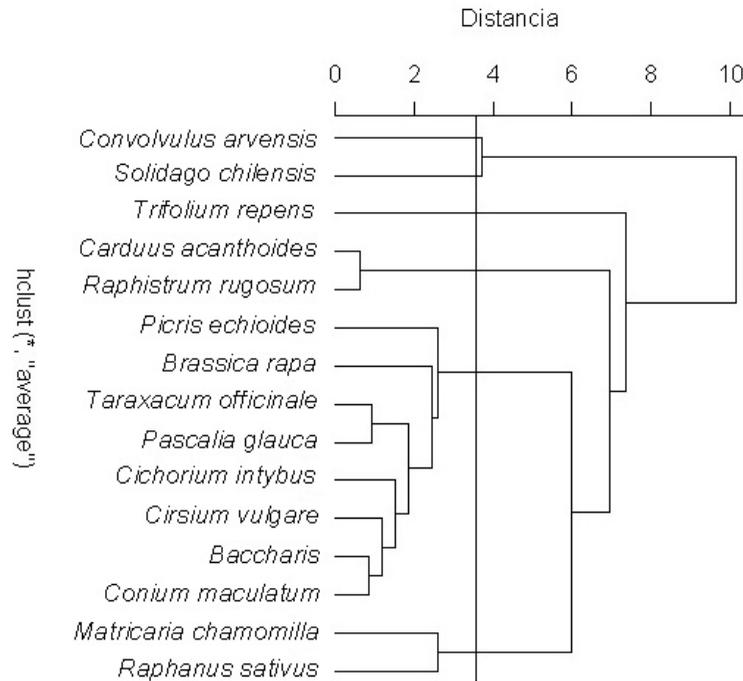


Figura 3. Estación otoñal. Dendrograma, grupos significativos de la prueba DGC.

Especie de planta	Grupo según prueba DGC	Especie de larvas		Especie de adultos		Grupos de riesgo
		Presencia	Presencia	Dominancia estacional		
<i>Convolvulus arvensis</i>	3	S	GOST	GT	Medio	
<i>Solidago chilensis</i>	3	GS	GOST	GTOS	Medio	
<i>Trifolium repens</i>	5	GT	GOST	GSOT	Medio	
<i>Carduus acanthoides</i>	2	GOT	GOST	GTO	Alto	
<i>Raphistrum rugosum</i>	2	GOT	GOST	GTSO	Alto	
<i>Picris echioides</i>	1	GT	GOST	SGO	Bajo	
<i>Brassica rapa</i>	1	GOT	GOST	GTO	Alto	
<i>Taraxacum officinale</i>	1	G	GOST	GOST	Bajo	
<i>Pascalia glauca</i>	1	G	GOST	GTS	Bajo	
<i>Cichorium intybus</i>	1		GOST	GT	Bajo	
<i>Cirsium vulgare</i>	1	G	GOST	TGOS	Bajo	
<i>Baccharis</i>	1	G	GT	GT	Bajo	
<i>Conium maculatum</i>	1	G	GOST	G	Bajo	
<i>Matricaria chamomilla</i>	4	GOST	GOT	GT	Alto	
<i>Raphanus sativus</i>	4	GOST	GOST	GTSO	Alto	

Tabla 4. Estación Otoñal. Tabla de criterios y grupos de riesgo.

Referencias

Para las especies de trips vectores:

G: *Frankliniella gemina*, O: *Frankliniella occidentalis*, S: *Frankliniella schultzei*, T: *Thrips tabaci*

Para encabezados de las columnas:

Especies de larvas, presencia: por orden alfabético, especies de trips en estado larval halladas en las flores

Especies de adultos, presencia: por orden alfabético, especies de trips en estado adulto halladas en las flores

Especies de adultos, dominancia estacional: ordenadas por abundancia relativa para la estación, especies de trips en estado adulto halladas en las flores

Dal Bó, 2011). Por lo tanto, y mientras este último permanece como el Tospovirus dominante en esta área, los estudios aquí presentados y su aplicación al manejo de esta vegetación mantendrían su validez.

En la estación invierno-primaveral, la inclusión de *M. chamomilla* en el grupo de bajo riesgo se debió a que se registraron adultos en sus flores en pocas fechas de muestreo en esa época y en ningún caso correspondieron a *F. occidentalis*. Debido a la baja abundancia relativa de los trips en la estación y siendo una planta de muy bajo porte e inflorescencias pequeñas y de poco desarrollo, es probable que no ofrezca un refugio interesante para esa época, frente a la mayor altura y desarrollo vertical de las inflorescencias en *B. rapa*, *R. rugosum*, *R. sativus* y *E. plantagineum*, también en flor para la época. Sin embargo, su posición como hospedante de riesgo bajo para la estación temprana y alta para las dos restantes implica alguna contradicción. Es una especie muy frecuente en el borde de los cultivos en el exterior de los invernaderos y dado que es Hospedante Reproductiva para *F. schultzei* (Carrizo y Amela García, 2017) su posición más acertada sería en el grupo intermedio.

De modo similar, al ser ubicado en el grupo de plantas de riesgo alto, *Lotus tenuis* parece ocupar para la estación estival una posición más alta de la que le correspondería en la clasificación de riesgo, ya que no se registraron larvas de *F. occidentalis* en sus flores. Sin embargo, no debe restarse importancia a la presencia de larvas de *F. schultzei* (un rasgo que solo comparten otras cinco especies) y de adultos de *F. occidentalis*. Aunque de escaso porte, tiene una extensa presencia en las zonas de corte bajo (desmalezado) en donde destaca claramente y presenta una floración abundante desde octubre y por lo menos hasta marzo.

Por otro lado, otras especies de plantas quedan incluidas o no dentro del grupo de riesgo alto según la estación por otros motivos. Es el caso de *C. acanthoides*, *Melilotus albus* y *G. officinalis* debido a la menor duración de su floración.

Por último, con referencia a las especies de plantas de riesgo alto, merece destacarse que *E. plantagineum* es una

Hospedante Reproductiva (HR) *sensu stricto* para un trips predador, un *Aeolothripidae* frecuente en el cinturón hortícola platense (Carrizo y Amela García, 2017). Por lo tanto, la eliminación selectiva de esta maleza podría afectar la población de un posible agente de control biológico.

Considerando la abundancia de *F. occidentalis* únicamente, Yudin *et al.* (1987) establecieron categorías a partir de la presencia de adultos y Ripa *et al.* (2009) hicieron lo propio, aunque estos últimos autores tomaron en cuenta la identidad específica para las larvas. De modo similar a la propuesta de Yudin *et al.* (1989), Carrizo (1998) combinó este criterio con otros de tipo cualitativo, como la estación del año en la cual las plantas florecen o la duración de su floración; sin embargo, para este último caso, las categorías establecidas no pueden generalizarse o su aplicación es demasiado compleja.

En cambio, los grupos significativos obtenidos en este trabajo (que considera intrínsecamente la duración relativa de su floración) son el resultado de una valoración objetiva de las Hospedante Reproductiva para todo el elenco de vectores. Por lo tanto, resulta un criterio de clasificación o una forma de análisis que puede extrapolarse a otras áreas.

En los años posteriores a la detección de *F. occidentalis* en la región (De Santis, 1995) y previos a los muestreos aquí presentados, los productores mantenían la zona alrededor de los invernaderos con plantas altas. La dominancia de este trips en el invernadero se extendía a las flores de la vegetación espontánea, tanto en el área inmediata del cultivo como en otras más alejadas (camino y rutas locales) (Carrizo, 1996 y 1998). A partir de las epidemias sufridas en la región desde 1995, el productor bonaerense adoptó en general el control de las plantas o su desflorado, tanto en las adyacencias de los invernáculos como en los cultivos al aire libre (Dal Bó, 2011). Por ello, actualmente y en cultivo comercial, ya no es común la presencia de plantas altas o ejemplares en flor cerca de los invernaderos.

Lathan y Jones (1997) demostraron que la infección por Tospovirus en un cultivo nuevo de caléndula desde una fuente de inóculo disminuye a menos del 5% a solo 15 me-

Vectores de TSWV en el CH Platense											
Estación	Invierno -Primaveral			Estival					Otoñal		
Mes	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Etapas de manejo de los cultivos	Almácigo / Vegetativo			Producción: Cosecha					Post Cosecha / Senescencia		
Vigilancia continua (VC)	(B.r. + R.s. + R.r.) = 3 sp.			(B.r. + R.s. + R.r.) = 3 sp.					(B.r. + R.s. + R.r.) = 3 sp.		
Especies de estación (EE)	(E.p.) = 1 sp.			(E.p. + C.a. + M.c. + L.t. + G.o.) = 5 sp.					(C.a. + M.a.) = 2 sp.		
Manejo estacional (ME) = (VC) + (EE)	4 sp.			8 sp.					5 sp.		

Tabla 5. Propuesta para el esquema estacional de relevamiento y manejo de malezas de riesgo alto como reservorio de Thripinae.

Referencias para las especies de plantas:

Br: *Brassica rapa*, Ca: *Carduus acanthoides*, Ep: *Echium plantagineum*, Go: *Galega officinalis*, Lt: *Lotus tenuis*, Mc: *Matricaria chamomilla*, Ma: *Melilotus albus*, Rs: *Raphanus sativus*, Rr: *Raphistrum rugosum*

tros. De modo similar, Wilson (1998) probó que la infestación por TSWV disminuye desde más del 20% a menos del 5% en plantas en cultivo de lechuga, en solo 100 m y a favor del viento dominante desde el borde con malezas infestadas con trips vectores. De acuerdo con estos resultados, a pesar de la alta vagilidad de los trips, su dispersión y por tanto la del virus que transmiten, requiere la presencia contigua y relativamente cercana de hospedantes favorables. Ello podría explicar la baja dominancia del vector principal (*F. occidentalis*) en las plantas de la vegetación espontánea durante el presente estudio, a diferencia de estudios previos para en el cinturón hortícola platense (Carrizo, 1996 y 1998).

La estrategia usual para el manejo de esta virosis y otras de transmisión persistente es la resistencia a la enfermedad (Mitidieri, 2005; Dal Bó, 2011). El manejo cultural suele descuidarse cuando el productor cuenta con variedades con esta cualidad; en consecuencia, esta estrategia como práctica aislada es riesgosa. Al respecto, en las prospecciones del área platense durante 2008-2009 se demostró que se generaron cambios en el TSWV, ya que se quebró la resistencia de los pimientos cultivados en la zona (Dal Bó, 2011). Las epidemias registradas a partir de 2006 y hasta 2009 en el cinturón hortícola platense no solo resultaron de estos cambios en el virus, sino también por la sequía que favoreció el incremento de las poblaciones de trips, incluso en otros cultivos en los cuales es una plaga esporádica, como en la soja (Massoni y Frana, 2011). Por lo expuesto, el manejo de esta enfermedad requiere de la implementación de estrategias relacionadas con el manejo de los vectores, tanto en el cultivo como en la vegetación espontánea.

Mitidieri (2005) mencionó una serie de prácticas de manejo sanitario para el área hortícola de San Pedro que involucran al cultivo, el rastrojo y las malezas, a fin de reducir el impacto producido por estos virus y por las poblaciones de trips migrantes desde la vegetación del exterior respecto del cultivo en invernadero de las parcelas cultivadas. Esta autora coincide con Pearsall (2000) respecto de que tal control en la vegetación espontánea debe llevarse a cabo antes de su floración, debido a que la remoción de las plantas que ya alcanzaron esta etapa produce el efecto contrario, estimulando una migración masiva de los adultos hacia el cultivo.

En el área del cinturón hortícola platense, actualmente el manejo de la vegetación espontánea se basa en la eliminación sin discriminación entre las especies. Esto implica la remoción periódica por corte a baja altura (parquizado) en una franja de unos metros alrededor de los invernaderos; más allá de este límite se deja que la vegetación crezca libremente dentro del predio (Dal Bó, 2011). Si bien la remoción mediante corte es efectiva y sería aconsejable mantenerla, es posible sumar el control de las Hospedantes Reproductivas para la superficie inculta dentro de los límites de la propiedad, usando la categorización en Grupos de Riesgo aquí propuesta.

El manejo racional de un problema sanitario requiere, en primer lugar, de una forma objetiva y razonable en términos

económicos para valorar y relevar la población de la plaga en la especie vegetal objeto de tal manejo; en este caso, las hospedantes no cultivadas. No sería posible expresar en un simple número el relevamiento necesario simultáneo de las 4 especies de vectores en varias especies de plantas. Sin embargo, sería posible llevar a cabo el seguimiento, como un sistema de alarma, de la actividad de alimentación y reproducción en las flores de especies que fueron calificadas de riesgo alto y expresarlo de forma acumulativa, en una sola medida.

El muestreo de trips en flores de especies de malezas con densidades apenas detectables para estos insectos, implica procesar decenas de muestras con resultados casi nulos, sin que pueda extraerse una información valiosa. Por ello, el manejo propuesto está enfocado en un grupo pequeño de especies: nueve en total (ocho como máximo durante la época estival, con mayor riqueza específica de malezas en flor). Además de ser más rápido y sencillo que considerar el seguimiento de toda la vegetación en floración, implica un menor gasto de insumos (en herbicidas, desmalezados u otros medios para las medidas posteriores). Esto significa finalmente, relevar la densidad de adultos y larvas en cuatro especies de plantas en invierno-primavera, o en cinco especies en otoño y en ocho especies en verano (tabla 5: última fila, Manejo Estacional).

Las medidas sugeridas consisten en la supresión previa a la floración (en estado de prefloración o capullo), de las especies de malezas seleccionadas por estación y en los parches de vegetación en donde estas predominen. Tales medidas serían complementarias a las que actualmente se llevan a cabo, de corte bajo en la superficie vegetada adyacente a las áreas cultivadas. Respecto de la posibilidad técnica de su aplicación en condiciones de cultivo, podría realizarse por manchones, en los parches de alta infestación para estas especies de plantas. En relación con la posibilidad de su implementación, el productor hortícola está habituado a un manejo artesanal de los cultivos ya que estos requieren del seguimiento casi individual, muy diferente a los cultivos extensivos, por lo que no habría inconvenientes para su aplicación.

Para ello sería necesario capacitar a los responsables del manejo sanitario en las quintas respecto de cuáles especies de plantas y en qué momento del año tomar las medidas necesarias. Uno de los aspectos fundamentales para considerar en tal capacitación es que la frecuencia de aplicación no puede ser determinada con anticipación, ya que depende de los resultados obtenidos de la vigilancia de la fenología de las plantas.

Finalmente, esta forma de categorizar a las Hospedantes Reproductivas (HR) en los grupos de riesgo relativo presenta la ventaja de ser plausible de modificaciones en el futuro, ya que su pertenencia podría cambiar si cambia la consideración como vectores de determinada especie de trips (como fuera mencionado para *T. tabaci*) así como por el eventual ingreso de otros Tospovirus o aun otros vectores en el área. Un aspecto que podría considerarse a futuro podría ser, por ejemplo, la estimación de la infestación (cobertura)

de las especies de plantas de riesgo alto, a fin de valorar económicamente la aplicación de medidas para su control.

AGRADECIMIENTOS

A María Elena Manna y Marisa Regonat del Departamento de Acarología y Entomología, Dirección de Laboratorio Vegetal (SENASA), por autorizar el uso del instrumental para la determinación en la fase larvaria. A las autoridades de las dos Estaciones Experimentales Agropecuarias y al productor que permitieron realizar los relevamientos. Este trabajo fue parcialmente financiado por los I.F.S. (Grantees, 5/2000) y G.W.I.S. (Vessa Notchev Fellowships, 7/2003).

BIBLIOGRAFÍA

- CARRIZO, P. 1996. Especies de trips (Insecta: Thysanoptera) presentes en flores de plantas en el área hortícola de La Plata (Prov. Bs As, Argentina). *Rev. Chil. Entomología* 23: 89-95.
- CARRIZO, P. 1998. Hospederas naturales para trips vectores de peste negra: propuesta de calificación de riesgo. *Bol. San.Veg., Plagas, España*. 24: 155-166.
- CARRIZO, P.I.; AMELA GARCÍA, M.T. 2017. Vegetación espontánea en el cinturón hortícola platense hospedante de Thripidae (Thysanoptera) vectores de Tospovirus. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 43(1): 78-91.
- CHATZIVASSILIOU, E.K. 2002. *Thrips tabaci*: an ambiguous vector of TSWV in perspective. *Thrips and tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium of Thysanoptera*. Reggio, Calabria, Italia. 69-75 pp.
- CHO, J.J.; MITCHELL, W.C.; MAU, R.F.L.; SAKIMURA, K. 1987. Epidemiology of tomato spotted wilt virus in christhead lettuce in Hawaii. *PlantDis*. 71: 505-08.
- DAL BÓ, E. 2011. Detección de virus transmitidos por trips: el caso particular de Argentina. *Métodos en Ecología y Sistemática* 6: 27-32.
- DE BORBÓN, C.M.; GRACIA, O.; PICCOLO, R. 2006. Relationships between tospovirus incidence and thrips populations on tomato in Mendoza, Argentina. *J. Phytopathology* 15: 93-99.
- DE BREUIL, S.; LA ROSSA, F.R.; GIUDICI, A.; WULFF, A.; BEJERMAN, N.; GIOLITTI, F.; LENARDON, S. 2015. Phylogenetic analysis of Groundnut ringspot virus isolates from peanut and identification of potential thrips vectors in peanut crop in Argentina. *AgriScientia*, 32 (1): 77-82.
- DE SANTIS, L. 1995. La presencia en la República Argentina del trips californiano de las flores. *Acad. Nac. Agr. y Vet.* 49: 3-18.
- DI RIENZO, J.A.; GUZMÁN, A.W.; CASANOVES, F. 2002. A multiple comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *J. Agric. Biol. & Environ. Stat.* 7: 129-142.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. 2016. *InfoStat* versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. (Disponible: <http://www.infostat.com.ar> verificado: 01 de julio de 2016).
- GOMEZ TALQUENCA, S.; BASCUÑAN, J.; CUESTA, G.; GRACIA, O. 2007. Relevamiento de virosis en cultivos de pimiento (*Capsicum annum* L.) de las principales zonas productoras de Argentina. 47.º Congreso Brasileiro de Olericultura. Bahia. 4 p.
- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.M.; BLACK, W.C. 1999. *Análisis multivariante*. 5.ª ed. Prentice Hall Iberia. Madrid.
- LATHAM, L.J.; JONES, R.C.A. 1997. Occurrence of tomato spotted wilt tospovirus in native flora, weeds, and horticultural crops. *Aust. J. Agric. Res.* 48: 359-69.
- MASSONI, F.A.; FRANA, J.E. 2011. Incidencia de los trips sobre el rendimiento del cultivo de soja. *Mercosoja*, Rosario septiembre 2011. *Protección Vegetal; Insectos*. 4 p.
- MILNE, M.; WALTER, G.H. 1998. Host species and plant part specificity of the polyphagous onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), in an Australian cotton-growing area. *Australian Journal of Entomology* 37: 115-119.
- MILNE, M.; WALTER, G.H. 2000. Feeding and breeding across host plants within a locality by the widespread thrips, *Frankliniella schultzei*. *Divers. & Distrib.* 6: 243-57.
- NORTHFIELD, T.D.; PAINI, D.R.; FUNDERBURK, J.E.; REITZ, S.R. 2008. Annual cycles of *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) thrips abundance on north Florida uncultivated reproductive hosts: Predicting possible sources of pest outbreaks. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 101: 769-778.
- PEARSALL, I.A. 2000. Flower preference behaviour of western flower thrips in the Similkameen Valley, British Columbia, Canada. *Entomol. Exper. et Appl.* 95: 303-313.
- RILEY, D.G.; JOSEPH, S.V.; SRINIVASAN, R.; DIFFIE, S. 2011. Thrips vectors of Tospoviruses. *J. Integ. Pest Manag.* 1: 1-10.
- RIPA, R.; FUNDERBURK, J.; RODRÍGUEZ, F.; ESPINOZA, F.; MOUND, L. 2009. Population abundance of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and a natural enemies on plant hosts in Central Chile. *Environ. Entomol.* 38: 334-344.
- SCOTTA, R. 1998. Efectos del control químico de trips sobre la incidencia de peste negra en tomate. *FAVE* 12: 27-35.
- VALDANO, S.G.; DI RIENZO, J. 2007. Discovering meaningful groups in hierarchical cluster analysis. An extension to the multivariate case of a multiple comparison method based on cluster analysis. *InterStat* 4: 1-28. (Disponible: <http://interstat.statjournals.net/index.php> verificado: 01 de julio de 2016).
- WILLIAMS, L.V.; LÓPEZ LAMBERTINI, P.M.; SHOHARA, K.; BINDERBOST, E.B. 2001. Occurrence and geographical distribution of *Tospovirus* species infecting tomato crops in Argentina. *Plant Dis.* 85: 1227-1229.
- WILSON, C.R. 1998. Incidence of weed reservoirs and vectors of tomato spotted wilt tospovirus on southern Tasmanian lettuce farms. *Plant Pathology* 47: 171-176.
- WHITFIELD, A.E.; ULLMAN, D.E.; GERMAN, T.L. 2005. *Tospovirus*-thrips interactions. *Ann. Rev. Phytopathol.* 43: 459-89.
- YUDIN, L.S.; CHO, J.J.; MITCHELL, W.C. 1986. Host range of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) with special reference to *Leucaena glauca*. *Environ. Entomol.* 15: 1292-95.