

Figura 1. Registros de detecciones y establecimiento del psílido *Bactericera cockerelli* (EPPO Global Database, 2019).

**Julio César Velázquez
González**

Gerente de
Investigación y
Desarrollo de Koppert
México

Bioecología de *Bactericera cockerelli* Šulc, y métodos de detección, monitoreo y manejo en cultivo de tomate en México

El psílido de la papa o del tomate es una plaga disruptiva en el cultivo de tomate producido en invernadero, ya que una vez detectada la mayoría de los productores inician programas de aplicaciones incompatibles con el control biológico o polinizadores. Por otra parte, la alternativa para su manejo como control físico, monitoreo intenso, prácticas como el deshoje en focos y el uso de enemigos naturales generalista el mírido *Dicyphus hesperus* y el parasitoide *Tamarixia triozae* ha mostrado un efecto aditivo en la supresión de poblaciones de psílido. El uso de otras estrategias como hongos entomopatógenos y el desarrollo de plantas resistentes a la enfermedad son revisadas y en su futuro pueden ser estrategias importantes en lugares donde no se pueda usar los agentes entomófagos aquí descritos.

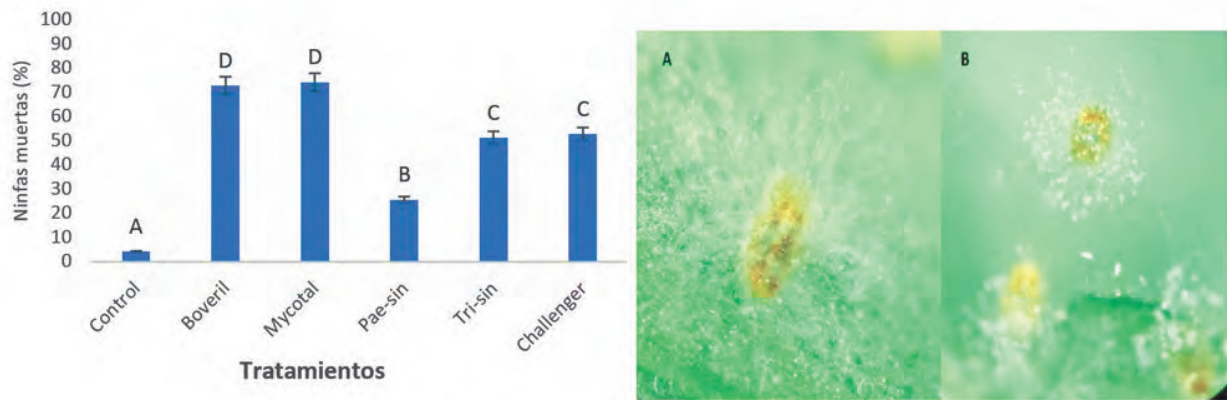


Figura 2. Porcentajes de mortalidad de ninfas de *B. cockerelli* con diferentes formulaciones de hongos entomopatógenos en condiciones de laboratorio. Imagen A) *Lecanicilium muscarium*, B) *Beauveria bassiana*.

El psílido de la papa, *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Trioziidae), es una de las principales plagas de tomate y pimiento en invernadero en regiones de Norteamérica (Liu y Trumble, 2004). Esta especie es capaz de producir daño directo a la planta por succión de savia del floema y consecuente debilitamiento de la misma. Sin embargo, el daño más importante es debido a los desórdenes fisiológicos ocasionado por bacterias y virus. *B. cockerelli* es capaz de transmitir el patógeno bacteriano *Candidatus Liberibacter solanacearum* haplotipos A y B, los cuales son responsables de la enfermedad conocida como punta morada de la papa o permanente del tomate (Liefiting y col., 2008). Trabajos realizados para evaluar la capacidad de *B. cockerelli* para transmitir Lso a zanahorias, éste fallo, ya que de doscientas plantas expuestas solo en tres se confirmó la presencia de Lso (Munyanza y col., 2016).

Biología de *B. cockerelli*

El psílido de la papa tiene un ciclo de vida corto, el cual se cumple cuando acumula 355.81 °D y puede producir varias generaciones dependiendo del clima y ciclo del cultivo (Abdullah, 2008; Cock, 1986; Bautista-Martínez y col., 2008). Las hembras presentan un periodo de pre-oviposición de 3.8 días y pueden ovipositar durante 11.1 días, con una fecundidad máxima de 147.5 huevos por hembra. Los valores de R_0 en campo son de 15.3 cuando las hembras se alimentan sobre plantas de

papa, lo que significa que una hembra dio origen a 15.3 hembras (Yang y col., 2010).

Rango de distribución

B. cockerelli se considera originaria de los EE UU, y fue descrito por primera vez en 1909 por Karel Šulc de especímenes recolectados en Boulder y col. Los primeros reportes en México de la enfermedad y que fue asociada a *B. cockerelli* ocurrió hace 35 años (Garzón-Tiznado, 1984). A partir de esto, se ha dispersado en todas las regiones productoras de tomate. Actualmente su rango de distribución se sigue ampliando (Figura 1), y hay registro de su establecimiento en Centroamérica y detecciones en Australia y Nueva Zelanda (Munyanza, 2012).

Impacto económico

El psílido del tomate o papa puede ocasionar pérdidas considerables en tomate dependiendo de las densidades de plaga. Esto está correlacionado con el número de plantas infectadas y, consecuentemente, con el rendimiento. Estudios han demostrado que cuando los promedios de adultos por hoja van de 0.011 a 0.014, el porcentaje de plantas con punta morada o permanente son del orden de 1.3% a 3%, y con promedios de adultos 0.44 a 0.54 por hoja, el porcentaje de plantas infectadas se incrementa a un rango de 38.8% a 48.1% (Jirón-Rojas y col., 2016). Sin embargo, dependiendo de la época del año, del estado de desarrollo del cultivo y del método de manejo, el

nivel de daño puede variar; al respecto, Kikushima (2005) reporta que los daños anuales por Lso llegan al 45%.

Detección y monitoreo

La detección de adultos o cualquier otro estado biológico requiere la revisión constante de las plantas, así como la revisión semanal de trampas pegajosas para adultos. Las hembras grávidas del psílido prefieren ovipositar en los bordes de hojas en brotación y presentan una distribución espacial agregada (Crespo-Herrera y col., 2012). Los adultos del psílido necesitan alimentarse por un periodo mínimo de 15 minutos sobre una planta para adquirir Lso, y este a su vez puede transmitir la bacteria a otras plantas durante un periodo de doce días (Garzón-Tiznado y col., 2009). Por otra parte, cuando el psílido lleva más de tres semanas en el cultivo se podrán observar los primeros síntomas en plantas, como clorosis en los bordes de los folíolos de brotes apicales, coloración morada de las nervaduras, exceso de brotes, y en las hojas inferiores se podrán observar quebradizas con bordes doblados hacia adentro.

Métodos de control

Muchas son las estrategias que se han empleado para el manejo del psílido, sin embargo, las de mayor peso en cultivos protegidos son el aseguramiento de la hermeticidad del invernadero, un monitoreo intenso y un control físico basado en trampas pegajosas para detecciones

oportunas.

Químico. El control químico ha sido la principal herramienta para el control del psílido en campo abierto e invernadero, a pesar de que la efectividad difiere de un cultivar a otra, además de los recientes casos de poblaciones resistentes (Liu y Trumble, 2006; Szczepaniec y col., 2019). Las experiencias en invernaderos nos han enseñado que, cuando se trata un manchón o foco de psílido, con una aplicación localizada o generalizada, dos semanas después aparecen nuevos focos por todo el invernadero, por lo que una aspersión con químicos se está convirtiendo en la última opción de los productores.

Físico. Un buen sistema de trampas amarillas ayuda a mejorar las detecciones de psílido en invernadero. Se aconseja colocar todas las trampas desde el inicio del cultivo. Las más usadas en México en invernadero de tomate y pimiento son trampas Roller Trap, Horiver de captura masiva (hasta 500/ha), y Horiver para monitoreo; de las últimas se suelen colocar de 8 a 20 por ha de invernadero en los puntos clave de este y son revisadas semanalmente.

Plantas resistentes. Aunque es una línea que aún se empieza a explorar, los primeros resultados son alentadores. Avila y colaboradores (2019) han reportado que, después de analizar once líneas de tomate silvestre para resistencia al psílido, han encontrado seis accesiones con fuerte resistencia al psílido, en las cuales solo un porcentaje menor al 10% del psílido logró sobrevivir.

Control Biológico. El control biológico, sin lugar a dudas, es el componente más importante dentro de una Gestión Integrada de Plagas para un buen manejo del psílido. Dentro de este componente, se ha echado mano de todo lo disponible, para lo cual se ha evaluado el efecto de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y entomófagos como depredadores y parasitoides.

Hongos entomopatógenos. Antes de elegir un agente entomopatógeno es importante seleccionar un pro-

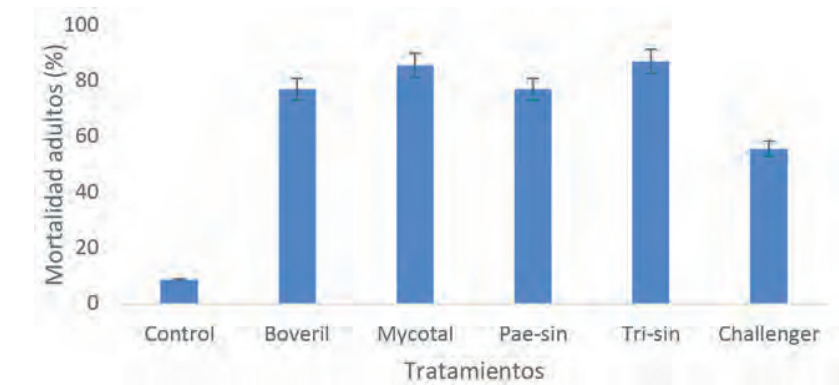


Figura 3. Efecto de diferentes hongos entomopatógenos formulados solos o en combinación sobre adultos de psílido *Bactericera cockerelli* 120 h después de la aplicación en condiciones de laboratorio.

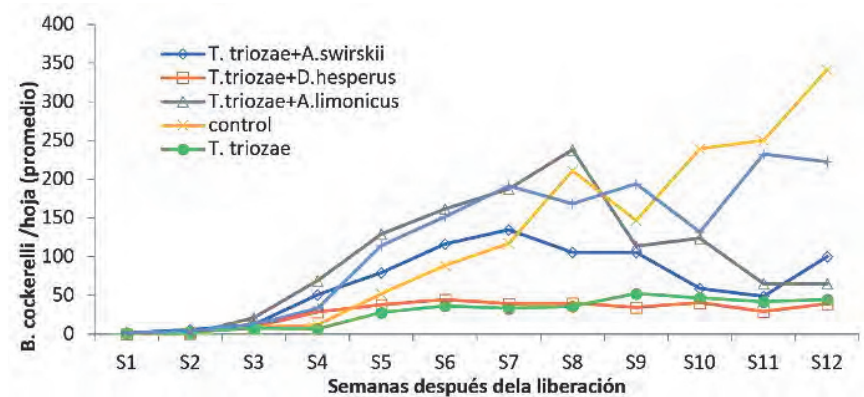


Figura 4. Efecto de diferentes agentes entomófagos solos y combinados con *T. triozae* sobre la población del psílido *Bactericera cockerelli* en cultivo de tomate var. Merlice.

ducto que cumpla con parámetros como pureza, concentración y viabilidad, y verificar que los análisis de laboratorio se acerquen a los indicados en la etiqueta del producto. En la Figura 2 se presentan los resultados obtenidos de diferentes productos comerciales sobre la mortalidad de ninfas de psílido a las 120 h después de la aplicación. Se puede observar que las mortalidades variaron dependiendo de producto; en general, las formulaciones basadas en *B. bassiana* y *L. muscarium* son las que presentaron la mayor mortalidad. En la Figura 3 se presentan los resultados del efecto de diferentes entomopatógenos sobre adultos del psílido. Se observa que los productos Boveril y Mycotal, además del Tri-sin, el cual es un producto con una mezcla de tres entomopatógenos, presentaron mortalidades cercanas o mayores al 80%. En condiciones de campo o invernadero, este efecto se ve reducido debido primero a la calidad del producto, y a factores

de clima como humedad, temperatura y erradicación, por lo que elegir la hora de aplicación y el uso de un coadyuvante ayudará a obtener un resultado que, en combinación con entomófagos, puede brindar buen resultado.

Entomófagos. En la literatura existen una lista amplia de depredadores con posibilidades de ejercer control sobre ninfas de psílido, algunos de los reportados incluyen a *Hippodamia convergens*, *Orius tristicolor*, *Geocoris punctipes* y *Crysoperla carnae* (Butler & Trumble, 2012). La mayoría de estos agentes fallan para establecerse en cultivo de tomate y, por consiguiente, no ejercen un control de ninfas de psílido. Dada esta necesidad, en 2012 Koppert Mexico lanzó el proyecto Ameribug, el cual tuvo como objetivo buscar un depredador o parasitoide para el control de psílido en tomate. Después de recolectar y evaluar en diferentes fases un aproximado de 33 depredadores,

se seleccionó al mírido *Dicyphus hesperus* Knight (Heteroptera: Miridae), el cual, junto al parasitoide *Tamarixia triozae* Burks (Hymenoptera: Eulophidae), han mostrado un efecto aditivo en el control del psílido en pruebas de campo y laboratorio (Calvo y col., 2016; 2018; Ramirez-Ahuja y col., 2017;). En la Figura 4 se puede observar el efecto solo y combinado de diferentes agentes entomófagos, observando que, cuando se combinan liberaciones inoculativas de *D. hesperus* a dosis de 3 adultos/m² y liberaciones inundativas de *T. triozae*,

se obtuvieron los niveles mas bajos de adultos y ninfas de psílido en cultivo de tomate var. Merlice.

Conclusiones

El manejo del psílido del tomate es posible solo bajo un programa de manejo integrado, en el cual se combinan estrategias de hermeticidad del invernadero, monitoreo, control físico, deshoje de plantas en focos, liberaciones inoculativas del mírido e inundativas del parasitoide en focos durante tres semanas seguidas.

Aplicaciones preventivas con hongos entomopatógenos pueden ayudar a que se incremente la cantidad de inóculo sobre el cultivo y causar infección sobre adultos y ninfas. Finalmente, el uso de moléculas sintéticas puede ser la última opción.

Bibliografía

- Avila. C.A., Marconi, T.G., Vilorio, Z., Kurpis, J., & Del Rios, S. 2019. *Bactericera cockerelli* resistance in the wild tomato *Solanum habrochaites* is polygenic and influenced by the presence of *Candidatus Liberibacter solanacearum*. 9:14031.
- Calvo, F.J., Torres-Ruiz, A., Velázquez-González, J.C., Rodríguez-Leyva, E., Lomeli-Flores, J.R., 2016. Evaluation of *Dicyphus hesperus* for biological control of sweet potato whitefly and potato psyllid on greenhouse tomato. *Biocontrol* 61, 415–424.
- Calvo, F.J. Torres, A., González, E.J., and Velázquez, M.B. 2018. The potential of *Dicyphus hesperus* as a biological control agent of potato psyllid and sweetpotato whitefly in tomato. *Bulletin of Entomological Research*. 108: 765-772 pp.
- Crespo-Herrera, y col., 2012. Distribución espacial de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa*). *Agrociencias*. 46: 289-298 pp.
- Jirón-Rojas, R.L., Nava-Camberos, U., Jiménez-Díaz, F., Alvarado-Gómez, G., Ávila-Rodríguez, V., y García- Hernández, J.L. 2016. Densidades de *Bactericera cockerelli* e incidencia del "Permanente del tomate" en diferentes condiciones de producción del tomate. *Southwestern Entomologist*. 41: 1085-1094.
- Ramírez-Ahuja, M.L., Rodríguez-Leyva, E., Lomeli-Flores, J.R., Torres-Ruiz, A., Guzmán-Franco, A.W. 2017. Evaluating combined use of a parasitoid and zoophytophagous bug for biological control of the potato psyllid, *Bactericera cockerelli*. *Biological Control*. 106: 9-15 pp.
- Liu, D.G., Trumble, J.T. 2006. Ovipositional preference, damage threshold, and detection of tomato-potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on selected tomato accessions. *Bull. Entomol. Res.* 96: 197-204.
- Hansen y col. 2008;
- Liefting y col., A new "Candidatus Liberibacter" species in *Solanum tuberosum* in New Zeland. 2008. *Plan Dis.* 92: 1974 p.
- Liu, D. & Trumble, J. T. 2006. Ovipositional preferences, damage thresholds, and detection of the tomato-potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on selected tomato accessions. *Bulletin of Entomological Research* 96, 197–204.
- Munyanza, J.E., Mustafa, T., Fisher, T.W., Sengoda, V.G., Horton, D.R. 2016. Assessing the likelihood of transmission of *Candidatus Liberibacter solanacearum* to carrot by potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *Plos ONE* 11 (8).
- Garzón-Tiznado y col., 2009. Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad "Permanente del tomate en México". *Agricultura Técnica en México*. 35: 61-72 pp.
- Garzón-Tiznado, J.A. 1984. Enfermedad del "Permanente" del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Celaya, Guanajuato XI Congreso Nacional de Fitopatología. San Luis Potosi, S. L. P. 1984. Resúmenes, Soc. Mex. Fitopatología 138 p.
- Szczepaniec, A., Varela, K. A., Mahnaz Kiani, M., Paetzold, L. & Rush, C. M. Incidence of resistance to neonicotinoid insecticides in *Bactericera cockerelli* across Southwest U.S. *Crop Protection* 116, 188–195 (2019).