

Influencia de la temperatura y agentes de control biológico sobre *Bactericera cockerelli* (Sulcer) (Hemiptera: Psyllidae)



CU-ID: 2247/v37n2e03

Influence of temperature and biological control agents on *Bactericera cockerelli* (Sulcer) (Hemipteran: Psyllidae)

Ileana Miranda Cabrera^{1*}, Dairo Martel Ortiz², Heyker L. Baños Díaz¹

¹Laboratorio de Entomología-Acarología, Grupo Plagas Agrícolas, Dirección de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Apartado 10, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

²Universidad de Ciego de Ávila (UNICA). Ciego de Ávila, Cuba.

RESUMEN: Se realizaron meta-análisis dirigidos a corroborar el rango de temperatura favorable para *Bactericera cockerelli* (Sulcer), asociarlo a las condiciones que han propiciado su desarrollo e indicar medidas de control ante la posible introducción y propagación del vector. Mediante un modelo polinomial, se demostró que, a los 25-28°C, la duración del ciclo biológico de *B. cockerelli* es mínima y presenta un ligero incremento cuando se superan los 30°C. El ciclo biológico del insecto transcurre significativamente más rápido sobre *Solanum tuberosum* L. en comparación a cuando tiene a *Solanum lycopersicum* L. como hospedante. Se identificaron, como posibles agentes de control biológico, cepas de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, los depredadores *Chrysoperla carnea* y *Dicyphus hesperus*, y el parasitoide *Tamarixia triozae*. El uso de insecticidas mostró un control similar al uso de biológicos y la abamectina se identificó como altamente selectivo, al bajar las poblaciones de *B. cockerelli* sin disminuir la acción del depredador *C. carnea*. El estudio reveló las temperaturas favorables a la plaga, como indicativo para alejar las fechas de desarrollo del cultivo de periodos de temperatura entre los 25 y 30°C. Se identificaron agentes de control en caso de introducción y/o propagación del insecto.

Palabras clave: Zebra chip, Meta-análisis, ciclo biológico, manejo integrado de plagas.

ABSTRACT: Meta-analysis were carried out to corroborate the favorable temperature range for *Bactericera cockerelli* (Sulcer), associate it with the conditions that favored its development, and indicate control measures against the possible introduction and spread of the vector. By a polynomial model it was demonstrated that the life cycle duration of *B. cockerelli* is minimal at 25.28°C and increases slightly above 30°C. The insect life cycle takes place significantly faster on *Solanum tuberosum* L than on *Solanum lycopersicum* L. Strains of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, the predators *Chrysoperla carnea* and *Dicyphus hesperus*, and the parasitoid *Tamarixia triozae* were identified as possible biological control agents. The use of insecticides showed a similar control to the use of biological pesticides, and abamectina was identified as highly selective by lowering *B. cockerelli* populations without reducing the action of the predator *C. carnea*. The favorable temperatures for the pest are shown by the study as an indicator to move away the crop development dates from periods of temperature between 25 and 30°C. Biological control agents were identified in case of introduction and/or spread of the insect.

Key Words: biological cycle, Integrate Pest Management, Meta-analysis, Zebra chip.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) constituye un alimento altamente nutritivo, ya que posee compuestos deficientes en otros productos agrícolas y una dieta de papa y leche aportaría la cantidad y calidad de aminoácidos esenciales para la dieta del ser humano. Su distribución mundial y el incremento de su nivel productivo la convierten en el tercer cultivo alimenticio más importante, después del trigo y el arroz (1). Su rendimiento se ve afectado por innumerables plagas,

en especial por insectos vectores que incrementarán con las condiciones climáticas proyectadas para escenarios futuros, y serán prácticamente incontrolables en periodos de intensa sequía (2). El incremento de las temperaturas, debido al cambio en las variables climáticas, provocará cambios en la dinámica de la población de los insectos, con una alteración del voltinismo; será más beneficioso para las especies multivoltinas y dará lugar a cambios en la distribución geográfica de los insectos (3).

*Correspondencia a: Ileana Miranda Cabrera. E-mail: ileanam@censa.edu.cu

Recibido: 15/02/2022

Aceptado: 18/05/2022

Entre los insectos vectores que atacan al tubérculo se encuentra *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Trioziidae), reconocido como una plaga importante de los cultivos de solanáceas durante décadas y considerada como una potencial plaga destructiva desde su descripción en 1909 (4). Está altamente distribuida en Estados Unidos, México, América Central y Nueva Zelanda (5). En la zona del Caribe solo se ha informado en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua (6). Este insecto es considerado el principal vector y transmisor de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, bacteria asociada con la enfermedad “zebra chip” (ZC) (5, 7). También, ha sido informado como vector de fitoplasma asociado a la enfermedad punta morada de la papa (8). Por las pérdidas que ocasiona el psyllido a los rendimientos, es importante establecer estudios de riesgo de introducción en países donde aún no se ha informado, por lo que conocer las temperaturas que favorecen su desarrollo biológico es un punto de partida.

El desarrollo óptimo del psyllido ocurre aproximadamente a 27°C; la ovoposición, eclosión y supervivencia se reduce la población a 32°C y cesa su reproducción a 35°C (9). El ciclo puede completarse de tres a cinco semanas, pero las generaciones se superponen por la gran cantidad de huevos que pone una hembra (10). Aun cuando se conoce este antecedente, obtenido de estudios en condiciones controladas, existe diferencia en la duración de estadios de desarrollo en dependencia de las características climáticas de la localidad, hospederos alternativos y otros factores (5), por lo que el objetivo del presente trabajo fue corroborar el rango de temperatura favorable para *B. cockerelli*, asociarlo a las condiciones que han propiciado su desarrollo e indicar medidas de control ante la posible introducción y propagación del vector.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se confeccionó una meta-data a partir de búsquedas de literatura en Google Scholar con término de inclusión: artículos editados entre 2008 y 2019 en revistas indexadas en bases de datos referenciadas y que identifican inequívocamente la especie *B. cockerelli*.

Término PICOT (Población, Intervención, Comparación y Salida) (11):

Población: *B. cockerelli*

Intervención: estudios del ciclo biológico de *B. cockerelli* incluyendo la temperatura a la cual se realizó el estudio.

Comparación: valor promedio de la duración del ciclo de vida

Salida (output). Tamaño del efecto con respecto a valor control referido a estudio realizado a temperatura 25-27°C, valor que se corresponde con la temperatura promedio de Cuba, proyectada a futuro para el periodo del cultivo de la papa (2).

Una vez construida la base de datos, se comparó la duración promedio del ciclo de vida de *B. cockerelli* sobre *S. tuberosum* con la obtenida sobre *Solanum lycopersicum* L.; para ello se utilizó la prueba de Mann -Whitney.

Para el meta-análisis, el tamaño del efecto se calculó según el método diferencia de media (12). Se calcularon los índices AIC y BIC (criterio de información de Akaike y criterio de información bayesiano) (13). Se realizó la representación radial de los efectos. Este análisis se llevó a cabo con el empleo del paquete metafor de R v.3.6.0 (14).

La relación entre la duración del ciclo de vida sobre *S. tuberosum* y la temperatura se ajustó según un modelo polinomial de grado dos. Para el análisis de regresión se emplearon la funciones lm (), plot() y lines(spline()) de R v 3.6.0. Se usó la primera derivada para calcular la temperatura a la cual se obtiene la menor duración del ciclo de *B. cockerelli*.

Finalmente, se realizó una segunda revisión sistemática para identificar los tratamientos eficientes en el control de *B. cockerelli*. En cada estudio se tomó como control la mortalidad referida para el tratamiento testigo. Para facilitar la identificación se realizó el diagrama de efectos (foresplot obtenido con función forest.rma) de la librería metafor de R).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar la duración del ciclo por hospedante, se reflejó que el ciclo del cicadélido se acorta significativamente ($p \leq 0,10$) sobre *S. tuberosum*, en comparación con su desarrollo en *S. lycopersicum*, con medias de 32,08 y 43 días, respectivamente. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en estudios realizados en 2020 (9).

En el meta-análisis, el modelo diferencia media resultó significativo y mostró la existencia de heterogeneidad en los efectos según el valor de Q (15), lo que refleja que existe diferencia significativa entre los ciclos biológicos obtenidos en los diferentes estudios. (Tabla 1)

Tabla 1. Estimadores del modelo diferencia media para el meta-análisis relación temperatura - duración ciclo de vida de *B. cockerelli*. / Estimators of the mean difference model for the meta-analysis of the relationship between temperature and duration of the life cycle of *B. cockerelli*.

| Estimator | Model MD ($p < 0,0001$) |
|----------------|----------------------------|
| Tau | 22,72 |
| I ² | 100% |
| Q | 915434,51 ($p < 0,0001$) |
| Z | 3,70 ($p < 0,0002$) |
| AIC | 412,83 |
| BIC | 416,45 |

La mayoría de los estudios informa una duración del ciclo de vida de *B. cockerelli* similar a lo obtenido por Thinakaran *et. al.* en el año 2015 (16): $23,33 \pm 0,14$ a $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Sin embargo, algunos estudios informaron una duración algo superior, principalmente por realizarse a diferente temperatura o sobre otro hospedante. Los dos estudios realizados a bajas temperaturas se alejaron considerablemente del valor estándar (Fig. 1), demostrando que la temperatura ejerce un marcado efecto en la duración del ciclo del vector. Tal es así que, a una temperatura de 27°C y humedad relativa 60 %, algunos autores informan una duración de 22,08 días (17) y a igual temperatura, pero con humedad relativa de 75 %, otros autores refieren un ciclo de 18,7 días (18). De manera que un incremento de la humedad solo logra reducir el ciclo en aproximadamente tres días; mientras que los cambios en 5°C de la temperatura provocan una reducción drástica del ciclo biológico del insecto. Temperaturas por debajo de los 15°C mostraron una duración del ciclo superior a los 40 días, por lo que en países fríos el insecto tendrá menos generaciones. Sin embargo, a los $25,28^\circ\text{C}$ la duración del ciclo es mínima y presenta un ligero incremento cuando se superan los 30°C (Fig. 2), por lo que en países del caribe el insecto puede proliferar si no se toman medidas para evitarlo.

El modelo cuadrático con datos tomados del meta-análisis permitió comparar resultados obtenidos por diferentes autores en distintas condiciones experimentales, lo cual solo es posible con la revisión sistemática analítica (15).

Se confirma que el clima en Cuba es favorable para *B. cockerelli*. Lo anterior coincide con autores que refieren que el cambio en las variables climáticas, la distribución biológica de este sistema insecto-vector, así como la alta plasticidad ecológica que le permite desarrollar diferentes biotipos dependiendo de las características del área donde se desarrolle, pudieran complejizar el control/manejo del sistema insecto-patógeno (19). De ahí, la importancia de la revisión sistemática sobre las prácticas para el manejo y el control del insecto.

Los estudios mostraron un comportamiento diferenciado en cuanto al control de *B. cockerelli*. El depredador *Dicyphus hesperus* ejerce un control efectivo de ninfas del insecto (20); en ocasiones lo supera el ectoparásitoide sinovigénico *Tamarixia triozae*, que se alimenta de su hospedante, consumiendo como promedio 181 ninfas (21, 22). También, se identificó que el uso combinado de *D. hesperus* y *T. triozae* ejerce un control efectivo sobre todos los instares ninfales de *B. cockerelli* (23). Por otra parte, el depredador *Chrysoperla carnea* también es eficiente, sus larvas de tercer estadio consumen hasta el 70 % de *B. cockerelli* a las 24 horas de expuestas y las de segundo estadio depredan el 85 % de ninfas de primer estadio del psyllido a las 24 horas y el 90 % a las 48 horas (24). *Cleobora mellyi* es un depredador que

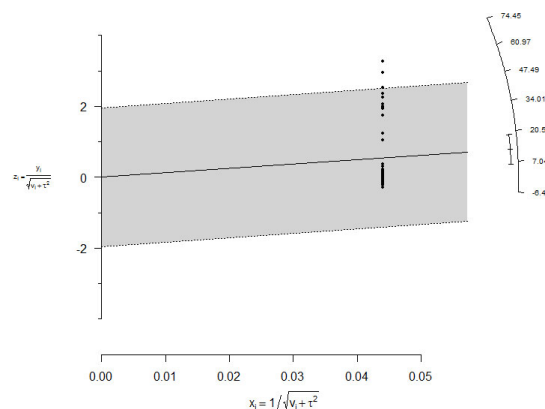


Figura 1. Representación radial del tamaño del efecto duración del ciclo de vida de *B. cockerelli* con relación al control $23,33 \pm 0,14$ obtenido a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ / Radial representation of the effect size duration of the life cycle of *B. cockerelli* in relation to the control $23,33 \pm 0,14$ obtained at $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

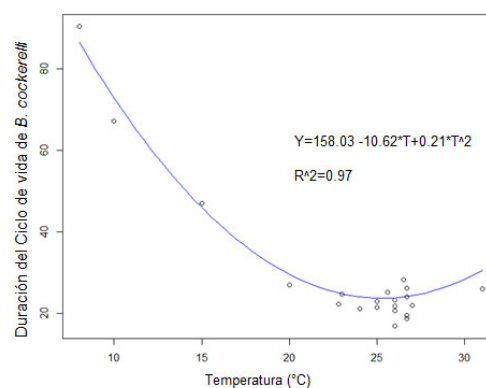


Figura 2. Relación temperatura - duración del ciclo de vida de *B. cockerelli*. / Relationship temperature - duration of life cycle of *B. cockerelli*

puede ser considerado control biológico de adultos de *B. cockerelli*, pero su efectividad puede verse reducida porque, en dependencia del hospedante, puede preferir áfidos o mosca blanca como principal alimento (25).

Los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* suelen ser eficientes en dependencia de la cepa que se emplee (26, 27). Algunas cepas de *B. bassiana* pueden llegar a controlar el 98,7 % de la población, mientras que *M. anisopliae* controla el 79,3 % en cepas efectivas (28) y valores por debajo del 70 % en cepas menos efectivas (29). En condiciones de invernadero, algunas cepas de hongos entomopatógenos, aun cuando resultan más eficientes que insecticidas convencionales, no logran una reducción drástica de la plaga (30); no obstante, pueden llegar a producir un control entre el 50 y el 82 % (31).

Algunos aceites disminuyen el número de ninfas y de huevos de *B. cockerelli*, pero en adultos resultan

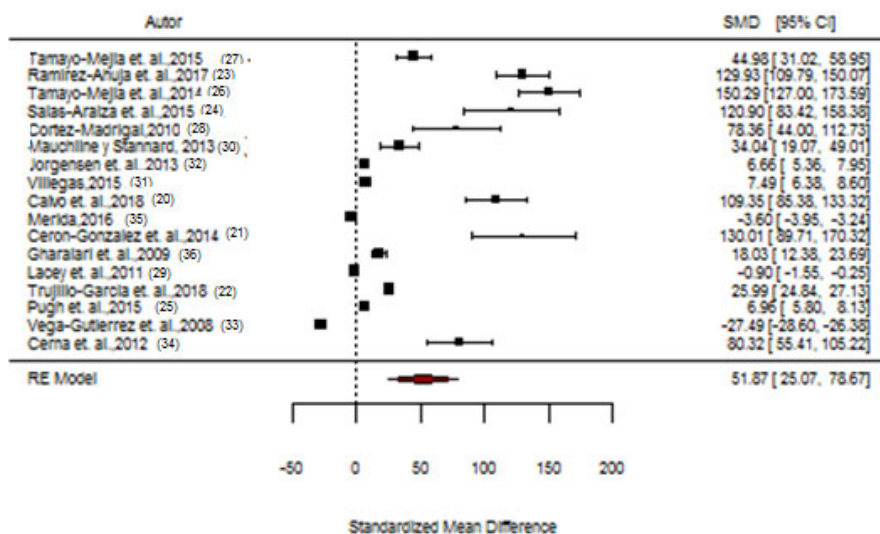


Figura 3. Tamaño del efecto de los métodos de manejo analizados según meta-análisis. / Size effect of management methods analyzed using meta-analysis

menos efectivos (32). Se ha comprobado la susceptibilidad de *B. cockerelli* a los insecticidas fenprotrín, abamectina, cyfluthrín, dimetoato, esfenvalerato y pyriproxyfen, cuya falta de control en campo no se debe al desarrollo de resistencia, sino al uso inadecuado de plaguicidas y a la carencia de programas de manejo integrado de plagas para reducir la densidad poblacional (33). Se informó que el uso de abamectina mostró un control efectivo, pues es un insecticida altamente selectivo que no causa una disminución significativa del depredador *C. carnea*; mientras que bifectina y endosulfan son selectivos y profenofos e imidacloprid son no selectivos (34, 35, 36).

Ambos meta-análisis, el primero realizado para identificar la temperatura a la cual disminuye la duración del ciclo de vida de *B. cockerelli* y el segundo para identificar medidas de control (Fig. 3), permitieron recopilar trabajos para el manejo del insecto. Investigaciones futuras deben estar dirigidas a valorar otras medidas efectivas empleadas como el adecuado uso de fertilizantes, riego, prácticas básicas empleadas a tiempo, el uso de semilla certificadas debidamente desinfectada, la eliminación de arvenses hospedantes del insecto, entre otras. Este trabajo es la base para un análisis de riesgo que deber ser realizado en países donde no se encuentra presente el insecto.

AGRADECIMIENTOS

La investigación que da origen a los resultados presentados en la presente publicación recibió fondos de la Oficina de Gestión de Fondos y Proyectos Internacionales bajo el código

PN211LH009-012 referido al proyecto “Pronóstico de la distribución de las principales plagas de *Solanum tuberosum* L. en correspondencia con el desarrollo del cultivo en escenarios climáticos futuros” perteneciente al Programa Nacional de Mitigación y Adaptación al cambio climático en Cuba.

REFERENCIAS

1. Salomón JL, Castillo JG, Araujo B, Díaz E, Tejeda R, Céspedes O, et al. Reporte de nuevo cultivar ‘MARIATA’, nuevo cultivar de papa cubana seleccionado con alto y estable rendimiento para consumo fresco. Cultivos Tropicales. 2018;39(2):112-113.
2. Planos E, Rivero R, Guevara V. Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia Medio Ambiente y Tecnología. La Habana, Cuba. 2013. 430p. ISBN: 978-959-300-039-0.
3. Useche DC, Durán-Prieto J, Zárate Caballero IA, Moreno-Echeverry DL, Velásquez L, Camargo PA. Clima, ciudades y biodiversidad: revisión de producción científica. Biodivers. Pract. 2019;4(1):212-37. Disponible en: <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/BEP/article/view/709>.
4. Butler CD, Trumble JT. Identification and Impact of Natural Enemies of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Trioziidae) in Southern California. J Econ Entomol. 2012a;105(5):1509-1519.

5. Cerna-Chávez E, Hernández-Bautista O, Ochoa-Fuentes YM, Landeros-Flores J, Aguirre-Uribe LA, Hernández-Juárez A. Morfometría de inmaduros y tablas de vida de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) de poblaciones del noreste de México. *Rev. Colomb. Entomol.* 2018;44(1):53-60.
6. Toapanta B. Áreas de vulnerabilidad ambiental a la presencia actual y futura de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de la papa en la sierra ecuatoriana en el periodo. Tesis de Ingeniería en Medio ambiente. UTC. Latacunga. Ecuador. 2020;104 p. Disponible en: http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7068/1/P_C-001060.pdf
7. Butler CD, Trumble JT. The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): life history, relationship to plant diseases, and management strategies. *Terrestrial Arthropod Reviews.* 2012b;5(2):87-111.
8. Jimenez-Martínez E, Ramos R. *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae) causante de punta morada (*Candidatus liberibacter, solanacearum*) en papa (*Solanum tuberosum* L.) en Estelí, Nicaragua. *Revista Científica.* 2021;21(36):36-41. <https://repositorio.una.edu.ni/4449/1/pph10j61ba.pdf>.
9. Falconez Portilla JE. Ciclo Biológico de (*Bactericera cockerelli*) bajo condiciones controladas, en tres localidades Salache, Cotopaxi, 2020. [Proyecto de Investigación para la obtención del Título de Ingeniería Agrónoma] Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga. 154 p. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7039>
10. Munyaneza JE, Crosslin JM, Buchman JL. Seasonal occurrence and abundance of the potato psyllid, *Bactericera cockerelli*, in south central Washington. *American Journal of Potato Research.* 2009;86(6):513-518.
11. Bolaños R, Calderón M. Introducción al meta-análisis tradicional. *Rev Gastroenterol Perú.* 2014;34(1):45-51.
12. Egger M, Ebrahim S, Smith GD. Where now for meta-analysis? *Int J Epidemiol.* 2002;31:1-5.
13. Akaike H. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions On Automatic Control.* 1974;19:716-723.
14. Viechtbauer W. Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software.* 2010;36(3):1-48.
15. Miranda I, García D. Meta-análisis de las estrategias para el manejo de *Cosmopolitis sordidus* Guermar en *Musa* spp. *Rev. Protección Vegetal.* 2019;34(2). <https://open.to/a/JeRz8>
16. Thinakaran J, Tamborindéguy C, Pierso E, Rush CM. Settling an ovipositional behavior of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: triozidae) on salanaceous hosts under field and laboratory conditions. *J Econ Entomol.* 2015;108(3):904-916.
17. Tran LT, Worner SP, Hale RJ, Teulon DAJ. Estimating development rate and thermal requirements of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) reared on potato and tomato by using linear and nonlinear models. *Entomol. Society of America.* 2012;41(5):1190-1198.
18. Yang XB, Zhang YM, Henne DC, Liu TX. Life History and Life Tables of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) Under Laboratory and Field Conditions in Southern Texas. *Florida Entomologist.* 2013;96(3):904-913.
19. Baños H, Guerra L, Fereres A. Situación de vectores de CaLsol que infectan solanáceas en la región de las Américas. Implicaciones para Cuba. I: Elementos de su identificación, distribución y bioecología. *Rev. Protección Veg.* 2021;36(1). <http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/1126/1760>.
20. Calvo FJ, Torres A, González EJ, Velázquez MB. The potential of *Dicyphus hesperus* as a biological control agent of potato psyllid and sweetpotato whitefly in tomato. *Bulletin of Entomological Research.* 2018;1:8.
21. Cerón-González C, Lomeli-Flores R, Rodríguez-Leyva E, Torres-Ruiz A. Fecundidad y alimentación de *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) sobre el psílido de la papa *Bactericera cockerelli*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* 2014;5(30 de junio - 13 de agosto):893-899.
22. Trujillo-García J, Lozano-Gutiérrez J, Francisco MP, Lara-Herrera A, Balleza-Cadengo J. Parasitismo de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae) en dos cultivares de chile guajillo en invernadero. *Entomología mexicana.* 2018;5:160-163. <https://core.ac.uk/download/pdf/323141055.pdf>
23. Ramírez-Ahuja ML, Rodríguez-Leyva E, Lomeli-Flores R, Torres-Ruiz A, Guzmán-Franco AW. Evaluating combined use of a parasitoid and a zoophytophagous bug for biological control of the potato psyllid, *Bactericera cockerelli*. *Biological control.* 2017;106:9-15.
24. Salas-Araiza MD, González-Marques MA, Martínez-Jaime OA. Capacidad de consumo de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Bactericera cockerelli* (Sulc, 1909) (Hemiptera: Psyllidae). *Folia Entomol. Mex.* 2015;1(1):1-6.
25. Pugh AR, Conell DM, Wratten S. Further evaluation of the southern ladybird (*Cleobora mellyi*) as a biological control agent of the invasive tomato-potato psyllid (*Bactericera*

- cockerelli*). Biological control. 2015;90:157-163. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.06.009>
26. Tamayo-Mejía F, Tamez-Guerra P, Guzmán-Franco AW, Gómez-Flores R, Cruz-Cota LR. Efficacy of Entomopathogenic Fungi (Hypocreales) for *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae) Control in the Laboratory and Field. Southwestern Entomologist. 2014;39(2):271-283.
 27. Tamayo-Mejía F, Tamez-Guerra P, Guzmán-Franco AW, Gómez-Flores R. Can *Beauveria bassiana* Bals. (Vuill) (Ascomycetes: Hypocreales) and *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) be used together for improved biological control of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae)? Biological Control. 2015;90:42-8.
 28. Cortez-Madrigal. Evaluación de aislamientos de hongos entomopatógenos y su virulencia hacia *Bactericera cockerelli*, según su origen. Fitopatología Colombiana. 2010;34(1):17-22.
 29. Lacey LA, Liu TX, Buchmana JL, Munyanezaa JE, Goolsbyc JA, Horton DR. Entomopathogenic fungi (Hypocreales) for control of potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) in an area endemic for zebra chip disease of potato. Biological control. 2011; 56(3):271-278. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.11.012>
 30. Mauchilne NA, Stannard KA. Evaluation of selected entomopathogenic fungi and bioinsecticides against *Bactericera cockerelli* (Hemiptera). New Zealand Plant Protection. 2013;66:324-332. DOI:10.30843/nzpp.2013.66.5707.
 31. Villegas F. Evaluación y producción masiva de hongos entomopatógenos para el manejo del psilido de la papa (*Bactericera cockerelli* Sulc) en cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y chile (*Capsicum annuum* L.) en invernadero. 2015 Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/9167>.
 32. Jorgensen N, Butler RC, Vereijssen J. Biorational insecticides for control of the tomato potato psyllid. New Zealand Plant Protection. 2013; 66:333-340.
 33. Vega-Gutierrez MT, Rodríguez-Maciél C, Díaz-Gómez O, Bujanos-Muñiz R, Mota-Sánchez D, Martínez-Carrillo JL, Lagunes-Tejeda A, Garzón-Tiznado JA. Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). Agrociencia. 2008; 42(4).
 34. Cerna E, Ail C, Landeros J, Sánchez S, Badii M, Aguirre L, Ochoa Y. Comparison Of Toxicity And Selectivity Of The Pest *Bactericera cockerelli* And Its Predator *Chrysoperla carnea*. Agrociencia. 2012; 468): 783-793
 35. Merida WL. Efectividad biológica de siete insecticidas en el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en aldea San Andres Chapil, San Pedro Sacatepequez, San Marcos. [Tesis de grado]. Universidad San Carlos de Guatemala. 2016; <http://investigacion.cusam.edu.gt/wp-content/uploads/2018/10/EFFECTIVIDAD-BIOLOGICA-DE-SIETE-INSECTICIDAS-EN-EL-CONTROL.pdf>.
 36. Gharalari AH, Nansen C, Lawson DS, Gilley J, Munyaneza JE, Vaughn K. Knockdown Mortality, Repellency, and Residual Effects of Insecticides for Control of Adult *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae). J Econ Entomol. 2009;102(3):1032-1038. <https://doi.org/10.1603/029.102.0322>

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Ileana Miranda Cabrera: **Conceptualización. Metodología. Validación. Redacción.** Dairo Martel: **Investigación:** Heyker L. Baños Díaz: **Análisis formal. Investigación. Metodología.**

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)