

CONTROL ALTERNATIVO DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* Sulc.) EN CHILE SERRANO (*Capsicum annuum* L.)

Benjamín Barrios-Díaz¹✉, María Esther Arellano-Fuentes¹, Gloria Vázquez-Huerta¹, Juan Manuel Barrios-Díaz², Raúl Berdeja-Arbeu² y María del Rosario Hernández-Tapia¹

¹Programa de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ingeniería Agrohidráulica-BUAP, Domicilio Conocido, Bo. Benito Juárez, Tetela de Ocampo, Puebla, C. P. 73640.

²Programa de Ingeniería Agrohidráulica, Facultad de Ingeniería Agrohidráulica-BUAP, Domicilio Conocido, San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, C. P. 73800.

✉ Autor de correspondencia: benjamín.barrios@correo.buap.mx

RESUMEN. El cultivo del chile es afectado por paratRIOZA, quien puede ocasionar pérdidas totales. Para su control se utilizan enemigos naturales, prácticas culturales y plaguicidas químicos. La utilización de medidas no químicas, para proteger a los cultivos y manejar biorracionalmente a los insectos plaga constituye el control alternativo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar tres tratamientos alternativos para el control de paratRIOZA: extracto de ajo, caldo de ceniza, neem e imidacloprid, en una plantación comercial de chile serrano en Cuapancingo Tetela de Ocampo, Puebla. Se evaluaron tres variables: número de huevos, ninfas y adultos, mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, las evaluaciones se realizaron cada ocho días durante dos meses, para cada variable se realizó un análisis de varianza. En los resultados se obtuvo para la variable número de huevos que el imidacloprid fue el mejor tratamiento presentando 1.34 huevos por planta, al igual que para ninfas presentó 0.72 ninfas por planta, mientras que para adultos el mejor tratamiento fue el extracto de ajo presentando 2.59 adultos por planta. El control alternativo puede ser una opción para el manejo de la plaga.

Palabras clave: Manejo biorracional, *Capsicum annuum*, insecticidas botánicos.

Alternative control of paratRIOZA (*Bactericera cockerelli* Sulc.) in serrano pepper (*Capsicum annuum* L.)

ABSTRACT. Chili cultivation is affected by ParatRIOZA, who can cause total loss. Natural enemies to control, cultural practices and chemical pesticides are used. The use of non-chemical measures to protect crops and biorracionalmente manage insect pests is the alternative control. The aim of this study was to evaluate three alternative treatments to control paratRIOZA: Garlic extract, broth ash, neem and imidacloprid, in a commercial plantation serrano chili Cuapancingo Tetela de Ocampo, Puebla. Three variables were evaluated: number of eggs, nymphs and adults, using an experimental design of randomized complete block with four replications, assessments were performed every week for two months, for each variable analysis of variance was performed. The results obtained for the variable number of eggs imidacloprid was the best treatment presenting 1.34 eggs per plant, as nymphs introduced 0.72 nymphs per plant, while for adults the best treatment was garlic extract presenting 2.59 adults per plant. The alternative control may be an option for pest management.

Keywords: Biorracional management, *Capsicum* spp., botanical insecticides.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile es de gran importancia en México, debido a que nuestro país se considera como centro de origen de algunas especies, identificándose una gran diversidad de tipos que se encuentran ampliamente distribuidos en el territorio nacional (Chew *et al.*, 2008).

De acuerdo al SIAP (2014) en el estado de Puebla, la superficie sembrada es de 3,035.13 ha mientras que la superficie cosechada es de 2,852.30 ha, obteniendo una producción de 11,150.50 toneladas con un rendimiento de 3.91 t/ha, el valor de la producción fue 166,182.20 miles de pesos. El municipio de Tetela de Ocampo tiene una superficie sembrada de 182.5 ha con una superficie

cosechada de 135 ha, obteniendo una producción de 509 toneladas con un rendimiento de 3.77 t/ha y su valor de producción es de 4,134.20 miles de pesos.

Es uno de los cultivos hortícolas de mayor impacto para el desarrollo económico y social a nivel nacional. Además de su valor como producto, nuestro país se distingue no solo por tener la mayor diversidad de chiles en el mundo, sino porque es cultural y tradicionalmente importante al consumo popular, además de que es muy apreciado dentro de la dieta de los mexicanos, ya sea como consumo en fresco o industrializado (Anguiano, 2010); sin embargo, este cultivo se ve afectado por enfermedades y por la presencia de insectos plaga que son considerados entre los principales factores limitantes del rendimiento y de la calidad del mismo (Chacón, 2011). Una de las plagas de mayor importancia económica, que puede causar pérdidas del 100 % es *Bactericera cockerelli* Sulc., comúnmente conocida como salerillo, paratrioza o pulgón saltador, ya que su capacidad destructiva radica en la alta tasa de reproducción, su amplia distribución geográfica, la variedad de hospederos silvestres y cultivados, pero sobre todo la capacidad que tiene para desarrollar resistencia a insecticidas (López, 2009).

El control de esta plaga se basa en la aplicación de insecticidas químicos que ha desarrollado resistencia en la paratrioza, además, se eliminan a sus enemigos naturales, lo que agrava la situación, tal hecho está dejando a las comunidades rurales con un serio deterioro en su salud, en los recursos naturales y en su economía (Cordero *et al.*, 2013).

Por lo anterior, así como por el poco conocimiento que se tiene para su manejo (Garzón, 2002), es indispensable el empleo de estrategias de control que permitan la protección de cultivos y reducir los daños ocasionados por las plagas, a través del uso eficiente de los recursos y de manera menos agresiva para el medio ambiente (Mena, 2006; Granados-Echegoyen *et al.*, 2015).

La utilización de todas las medidas posibles, no químicas, para proteger a los cultivos y manejar biorracionalmente a los insectos plaga constituye el control alternativo. Entre estos se encuentran los hongos, virus, bacterias y nematodos que junto con depredadores y parasitoides conforman el control biológico; también se utilizan los activos naturales producidos por una especie vegetal para cambiar el comportamiento alimenticio, de oviposición y de refugio de los insectos, al ser aplicados como extractos sobre los cultivos y productos agrícolas. De estos insecticidas vegetales destacan en la actualidad el neem (*Azadirachta indica*), el ajo (*Allium sativum*) y otras liliáceas. En este contexto se han desarrollado diferentes tipos de control para paratrioza (Granados-Echegoyen *et al.*, 2015).

La presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar tres productos alternativos: métodos de control alternativo extracto de ajo, caldo ceniza y nemm para el manejo de paratrioza en una plantación comercial de chile serrano de Tetela de Ocampo, Puebla.

MATERIALES Y MÉTODO

La investigación se llevó a cabo en una parcela comercial de chile serrano criollo (*C. annum*) de dos meses de trasplantada, de un productor cooperante, de la comunidad de Cuapancingo, Tetela de Ocampo Puebla (19° 49'28.10" N, 97° 50'52.51" O y 1759 m). El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano, presenta una temperatura media anual que oscila entre 12 °C y 18 °C y precipitaciones de 600 a 1600 mm (SAGARPA, 2009). La actividad productiva de la comunidad es agrícola y ganadera. El chile serrano se siembra desde hace aproximadamente 20 años, bajo condiciones de riego y con un nivel de tecnología intermedio, que incluye la aplicación de fertilizantes y plaguicidas químicos.

Durante los dos primeros meses de desarrollo después del trasplante, que correspondió a los meses de Enero a Febrero, a la parcela no se les dio ningún tipo de manejo contra plagas y

enfermedades, solo se fertilizó con triple 16, 18-46-00 y fosfonitrato, se aplicaron riegos de auxilio cada 15 días aproximadamente, además se realizaron prácticas de laboreo, tales como riego, escardas y fertilización química y es importante señalar que la parcela experimental se encontraba con infestación de huevos y adultos de paratrioza.

Se evaluaron cuatro tratamientos: neem (*Azadirachta indica*), extracto de ajo (*Allium sativum*), caldo de ceniza e imidacloprid (Confidor®), para la elaboración del extracto de ajo se utilizaron 500 g de dientes de ajo pelados que se maceraron y se colocaron en un contenedor con 10 l de agua y 200 g de jabón comercial de pasta (Moro®), la mezcla se dejó reposar 12 h. Posteriormente, la mezcla se coló y se aplicó con base a lo reportado por Solórzano (2006), utilizando 5 l del extracto de ajo más 20 l de agua y las aplicaciones se realizaron semanalmente durante dos meses.

Para la preparación del caldo de ceniza se siguió el procedimiento recomendado por (Restrepo *et al.*, 2000), para lo cual se usaron cinco kg de ceniza de leña cernida y 0.5 kg de jabón de pasta comercial; los ingredientes se colocaron en un recipiente metálico con 20 l de agua y se calentaron durante 20 minutos hasta que se disolviera el jabón. Finalmente, se coló el preparado, se dejó enfriar y se aplicó semanalmente dos litros en 20 l de agua.

En el caso del extracto de *A. indica* se utilizó un producto comercial recomendado para el control de paratrioza, del cual se aplicaron semanalmente cinco ml por litro de agua.

El insecticida imidacloprid (Confidor®) se utilizó como testigo, ya que es uno de los más utilizados por los productores de la región, de éste se aplicaron 2.5 ml por litro de agua junto con un ml del coadyuvante Surfacid® y se realizaron aplicaciones cada 15 días durante dos meses.

En todos los casos las aplicaciones se realizaron mediante una aspersora de mochila manual marca Swissmex con capacidad de 20 L.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por seis surcos los cuales fueron de cinco m de largo por cinco m de ancho, y el arreglo topológico de las plantas fue de 50 cm entre planta y planta y 85 cm entre surcos ocupando un total de 25 m².

Para determinar el número de individuos de cada estado biológico por tratamiento, se seleccionaron al azar ocho plantas por unidad experimental, de los surcos centrales (parcela útil) y de cada planta se seleccionaron seis folíolos: dos folíolos por cada parte de la planta: baja, media y alta. Los muestreos se efectuaron cada ocho días durante un periodo de dos meses, iniciando el 28 de Febrero y terminando el 18 de abril, estos muestreos se realizaban antes de la aplicación de los tratamientos y se contabilizaba el número de huevos, ninfas y adultos de paratrioza.

De los valores promedio obtenidos por tratamiento para cada una de las variables, número de huevos, ninfas y adultos, se realizó un análisis de varianza mediante el programa Statistical Analysis System (SAS) para Windows® y en caso de existir diferencias significativas entre tratamientos se procedió a realizar una prueba de Tukey (Castillo, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable número de huevos de paratrioza por tratamiento evaluado en el cultivo de chile serrano se obtuvieron los resultados que se observan en el cuadro 1:

En el cuadro 1, se observa que en la primera evaluación no hubo diferencia estadística entre tratamientos para esta variable, sin embargo el valor más alto se obtuvo con el tratamiento imidacloprid y el más bajo con el tratamiento neem; en la segunda fecha se observa que el tratamiento que obtuvo el menor número de huevos en promedio por planta fue el imidacloprid (13.91), seguido del neem (17.34), ambos son estadísticamente iguales, y los tratamientos caldo ceniza y extracto de ajo presentaron los valores más altos; a partir de la tercer fecha y hasta la octava el tratamiento que presentó siempre el menor número de huevos en la evaluación fue el

imidacloprid seguido del extracto de ajo, mientras que los valores más altos los presentó el neem y el caldo de ceniza.

Cuadro 1. Número promedio de huevos de paratrypa por tratamiento en diferentes evaluaciones en una parcela comercial de chile serrano de la comunidad de Cuapancingo, Tetela de Ocampo, Puebla.

Tratamiento	Número de evaluación															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Promedio	EEM [†]	Promedio	EEM												
Extracto de ajo	24.7a*	1.01	19.13a	0.59	16.59a	1.31	7.84b	0.87	5.63b	1.09	3.53bc	0.72	3.34bc	0.31	2.81ab	0.14
Caldo ceniza	23.1a	1.49	19.03a	0.83	19.34a	0.92	12.88a	0.76	10.16a	0.51	7.84a	0.53	7.84a	0.50	4.50a	0.33
Neem	22.3a	1.20	17.34ab	1.14	17.34a	0.39	11.81a	0.23	10.19a	0.67	6.25ab	0.45	6.25ab	0.36	4.09a	0.57
Imidacloprid	25.1a	0.80	13.91b	0.78	10.91b	0.52	4.16b	0.50	3.75b	0.68	1.88c	0.79	1.88c	0.67	1.34b	0.34

*Medias con letras distinta son estadísticamente diferentes

†Error estándar de la media

Para determinar la efectividad de los tratamientos alternativos para el control de ninfas de paratrypa, se realizó una comparación de medias de cada tratamiento y en la figura 1 se observa el comportamiento de los mismos en las diferentes fechas de evaluación.

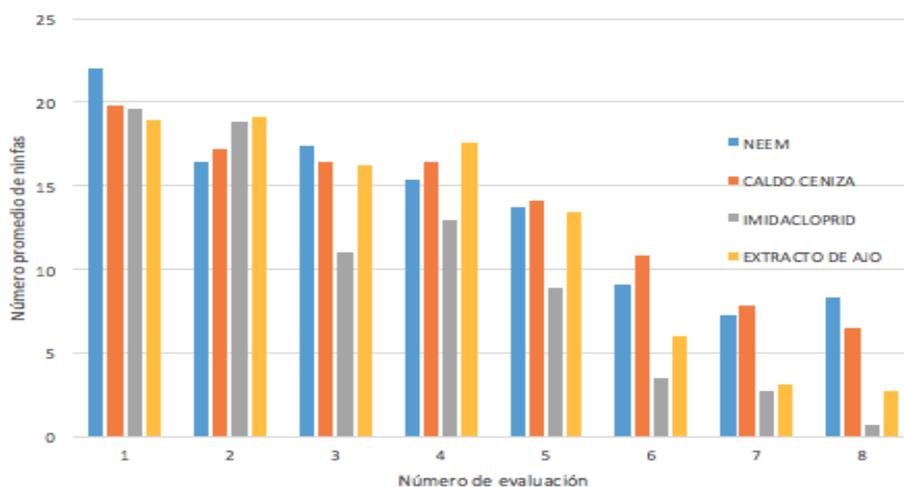


Figura 1. Número promedio de ninfas por planta de los tratamientos evaluados para el control de paratrypa en condiciones de campo en Cuapancingo, Tetela de Ocampo, Puebla.

En la figura 1 se observa que para la primera y segunda fecha de evaluación no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; hasta la tercer fecha se observa que el tratamiento de imidacloprid muestra el menor número de ninfas por planta (11.09) en comparación con los demás tratamientos; en la cuarta y quinta fecha de evaluación ya no se observa ninguna diferencia significativa entre los tratamientos; en la sexta fecha de evaluación el mejor tratamiento es el imidacloprid con el menor número de ninfas (3.53); en la séptima y octava fecha de evaluación se observa que el tratamiento de imidacloprid y extracto de ajo son los que tienen mejor control de ninfas por planta en el cultivo de chile serrano y son estadísticamente iguales.

Para la variable número de adultos, se observó que en la primera fecha de evaluación existen diferencias significativas ($p < 0.0404$) entre los tratamientos indicando que el mejor es el imidacloprid seguido del neem y el caldo de ceniza; de la segunda, a la quinta fecha de evaluación no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos alternativos, lo que indicó que

ninguno de los cuatro tratamientos presentó efecto sobre el control de adultos de paratrioza, ya que comparando los valores promedio de la primera fecha de evaluación y los de la segunda a quinta, aumentó el número de adultos; de la sexta a la octava fecha de evaluación los tratamientos que mostraron un mejor control de adultos de paratrioza, fueron el extracto de ajo seguido del imidacloprid (Fig. 2).

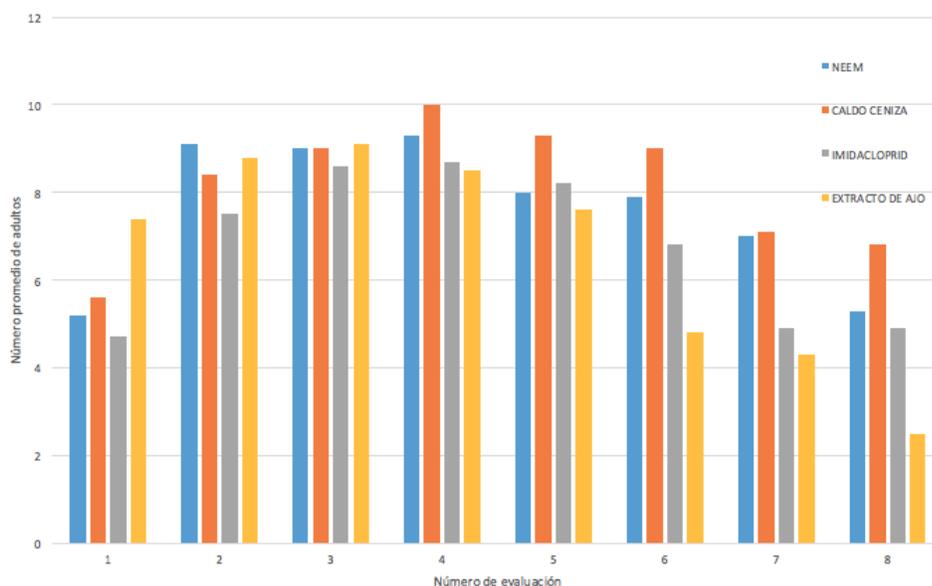


Figura 2. Número promedio de adultos de paratrioza por planta de los tratamientos alternativos evaluados en condiciones de campo en Cuapancingo, Tetela de Ocampo, Puebla.

Cortez (2011) indica que el control alternativo es una forma efectiva de manejo de plagas, además la ventaja de este es que presenta poco efecto sobre la fauna benéfica, reducida o nula selección de resistencia a insecticidas y el costo económico bajo. En este experimento se comprobó el primero punto ya que se observaron diversas especies de catarinas en la parcela experimental, las cuales son depredadoras de ninfas y huevos de paratrioza.

Cerna *et al.* (2012) evaluaron diferentes insecticidas para el control de paratrioza y encontraron que el imidacloprid fue el que presentó los mejores resultados en tres de las cuatro poblaciones sometidas al bioensayo y recomiendan que éste insecticida debería restringirse a las etapas críticas del cultivo (primeros 30 días) como una buena estrategia para el manejo de la resistencia. Dichos resultados coinciden con lo reportado en esta investigación, ya que la población inicial de 19.66 ninfas por planta finalizó en 2.75, lo que indica que tuvo un buen control, sin embargo, el extracto de ajo obtuvo buenos resultados de 18.91 ninfas por planta y al final de la aplicación se obtuvo 2.75 por planta, lo que indica que el extracto de ajo es un buen tratamiento alternativo para el control de ninfas.

Granados-Echegoyen *et al.* (2015) reporta que los extractos etanólicos de neem en dosis de 0.2 g/ml causaron mortalidad de hasta el 87 % de ninfas del quinto instar de paratrioza, del mismo modo, Flores-Dávila *et al.* (2011), reportan que extractos de semilla de *A. indica*, causaron en condiciones de laboratorio, 91 a 100 % de mortalidad de ninfas de paratrioza por lo que se debería evaluar otras formas de aplicación de este insecticida botánico.

Con relación al número promedio de adultos, el mejor tratamiento fue el extracto de ajo, donde se contabilizaron 2.59 adultos por planta. Lo anterior coincide con lo reportado por Ramírez *et al.* (2008) quienes realizaron el control de *B. cockerelli* utilizando seis tratamientos y un testigo, dentro

de los cuales utilizó Soil-u-Sol® (a base de ajo) a una dosis de 1.5 %, el cual mostró buenos resultados al disminuir significativamente la población de ninfas y adultos después de cada aplicación.

El neem y el imidacloprid, así como el caldo de ceniza no se tuvieron buen efecto sobre los adultos, en caso contrario se registró un aumento en la población, estos datos coinciden con Luna-Cruz *et al.* (2011) quienes evaluaron cuatro formulaciones comerciales de insecticidas más neem para el control de paratrioza y reportó que éste no tuvo efecto alguno sobre los adultos de paratrioza.

En este trabajo el neem y el caldo de ceniza no mostraron ningún efecto significativo para el control de paratrioza en ninguno de sus estados biológicos de desarrollo.

CONCLUSIÓN

El imidacloprid demostró ser el mejor producto para el control de huevos y ninfas de paratrioza, mientras que el extracto de ajo fue mejor para el control de adultos. El uso de productos biorracionales o alternativos puede ser una estrategia de manejo de paratrioza en plantaciones comerciales de chile serrano de la región de Tetela de Ocampo, Puebla.

Agradecimientos

Al Sr. Rogelio Martínez Cruz por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo de investigación en su plantación comercial de chile serrano de la comunidad de Cuapancingo, Tetela de Ocampo, Puebla.

Literatura Citada

- Anguiano, B. J. C. 2010. *Comparación de la respuesta fisiológica en plantas de chile bajo el efecto de tres temperaturas nocturnas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía Unidad Autónoma de Nuevo León. 136 p.
- Cerna, E., Ail, C., Landeros, J., Sánchez, S., Badii, M., Aguirre, L. y Y. Ochoa. 2012. Comparación de la toxicidad y selectividad de insecticidas para la plaga *Bactericera cockerelli* y su depredador *Chrysoperla carnea*. *Agrociencia*, 46(8): 783–793.
- Castillo, M. L. E. 2007. *Introducción al SAS para Windows*. 3ª Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 189 p.
- Chacón, A. A. L. 2011. *Conocimiento campesino sobre plagas asociadas al cultivo del chile poblano (Capsicum annum L.) y evaluación de la toxicidad de insecticidas sobre Chrysoperla carnea (Stephens), en San Matías Tlalancaleca, Puebla, México*. Colegio de Postgraduados. Instituto de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas. Campus Puebla. Postgrado de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Puebla, Puebla. 131 p.
- Chew, M. Y., Vega, P. A., Palomo, R. M. y D. F. Jiménez. 2008. *Principales enfermedades del chile (Capsicum annum L.)*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila, México. Folleto Técnico No. 15. 42 p.
- Cordero, C. M., Iris, P. X., Ernesto, A. M. y R. D. López. 2013. *Control alternativo de plagas del follaje y frutos*. Cuadernillos de agricultura agroecológica. Asociación el Bálsamo. Cuadernillo No. 8 plagas del follaje y frutos. San Salvador Centroamérica. 29 p.
- Cortez, M. E. 2011. *Capacitación en el manejo y control de zebra chip (Candidatus Liberibacter solanacearum) y su vector el psílido de la papa (Bactericera cockerelli)*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Ministro Agropecuario y Forestal. Estelí, Nicaragua. 126 p.

- Flores-Dávila, M., González-Villegas, R., Guerrero-Rodríguez, E., Mendoza-Villarreal, R., Cárdenas-Elizondo A. and E. Cerna-Chavez. 2011. Insecticidal effect of plant extracts on *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) nymphs. *Southwestern Entomologist*, 36: 137–144.
- Garzón, T. J. A. 2002. “El pulgón saltador” o la paratrioza, una amenaza para la horticultura de Sinaloa. *In: Memoria de taller sobre Paratrioza cockerelli Sulc. Como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas*. Culiacán, Sinaloa, México, 100 p.
- Granados-Echegoyen, C., Pérez-Pacheco, R., Bautista-Martínez, N., Alonso-Hernández, N., Sánchez-García, J. A., Martínez-Tomas, S. H. and S. Sánchez-Mendoza. 2015. Insecticidal effect of botanical extracts on developmental stages of *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Southwestern Entomologist*, 40: 97–110.
- López, D. M. A. 2009. Efectividad biológica de insecticidas contra el psilido de la papa (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en Metepec, estado de México y transmisión de bacterias no cultivadas asociadas a enfermedades en papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis de Maestría. Postgrado de Fitosanidad. Entomología y Acarología. Colegio de postgraduados. Campus Montecillo. Texcoco, estado de México. 64 p.
- Luna-Cruz, A., Lomelí-Flores, J. R., Rodríguez-Leyva E., Ortega-Arenas L. D. y A. Huerta-De La Peña. 2011. Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 27: 509–526.
- Mena, C. J. 2006. *Estrategia de manejo integrado contra los insectos plaga del chile*. 2006. *Tecnología de producción de Chile Seco*. INIFAP. Campo experimental Zacatecas. Libro técnico No. 5. 232 p.
- Ramírez, G. M., Santamaría, C. E., Méndez, R. J. S., Ríos, F. J. L., Hernández, S. J. R. y J. G. Méndez, P. 2008. Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* B. y L.) (Homoptera: triozidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 7(1): 47–56.
- Restrepo, R. J., Zárate, L. M. y M. Vulling G. 2000. Cartilla de abonos orgánicos y caldos minerales. Estado de México. 39 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. *Estudio de factibilidad de alternativas de riego por medio de una presa en el municipio de Tetela de Ocampo en el estado de Puebla*. Estudios Técnicos. Tomo I de VI. Puebla. 174 p.
- SIAP. 2014. Servicio información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la SAGARPA en los estados. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>.
- Solórzano, G. R. 2006. Métodos no tóxicos para el control de plagas agrícolas. *In: Foro regional de Agricultura orgánica*. Guatemala Centroamérica. 21 p.