

EFFECTOS DEL EXTRACTO VEGETAL DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L., 1753) SOBRE LARVAS DEL DEPREDADOR NATURAL *Chrysoperla carnea* Stephens (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)

Emmanuel Rodríguez-Palma✉, Agustín Aragón-García, Miguel Aragón-Sánchez, Betzabeth Cecilia Pérez Torres y Jesús Francisco López Olguín

Centro de Agroecología, Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Calle 14 sur, 6301, Col. San Manuel, Puebla, C. P. 72570, Puebla, México.

✉ Autor de correspondencia: opportunitychanz@hotmail.com

RESUMEN. En el marco de una estrategia de protección de cultivos se deben considerar varias técnicas para minimizar los efectos de los insecticidas en los organismos benéficos, asimismo se desconoce el efecto que los extractos vegetales utilizados en el control de plagas tienen sobre los enemigos naturales de las mismas. *Chrysoperla carnea* es un depredador generalista en sistemas agrícolas, presenta un amplio intervalo de presas y es efectivo como agente de control biológico. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de los extractos vegetales a base de higuierilla (acuoso y aceitoso) sobre larvas (L2) de *C. carnea* en laboratorio. Se realizaron tres tipos de ensayos en laboratorio para evaluar el efecto de extractos vegetales a base de higuierilla sobre larvas del depredador *C. carnea*: a) Mortalidad por inmersión, donde la mayor mortalidad de larvas la presentó el extracto acuoso de *R. communis* con un 13.3 %, b) Elección donde el potencial de consumo en los tratamientos se vio disminuido un 50 % y c) Efecto letal por contacto directo, donde la mayor mortalidad de larvas la presentó el tratamiento aceitoso de higuierilla tras 24 horas (10.86 %) y 72 horas (25.31 %) de exposición con respecto al testigo.

Palabras clave: Agroecología, control biológico, chrysopa.

Effects of the extract of castor (*Ricinus communis* L.) on larvae of the natural predator of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae)

ABSTRACT. In the context of a crop protection strategy, several techniques must be considered to minimize the effects of insecticides on beneficial organisms, as well as the effect that plant extracts used in pest control have on natural enemies. *Chrysoperla carnea* is a generalist predator in agricultural systems, presents a wide range of prey and is effective as a biological control agent. The objective of this study was to evaluate the effect of vegetable extracts of castor (aqueous and oily) on larvae (L2) of *C. carnea* in laboratory. Three laboratory trials were carried out to evaluate the effect of extracts of castor on larvae of the *C. carnea* predator: a) Mortality by immersion, where the highest mortality of larvae was presented by the aqueous extract of *R. communis* with 13.3% , B) Choice, where potential consumption was reduced by 50% with the aqueous and Oily treatment and c) Direct contact mortality, where the highest mortality of larvae was due to the oily treatment after 24 hours (10.86%) and 72 hours (25.31%) of exposure with respect to the control.

Keywords: Agroecology, biological control, chrysopa.

INTRODUCCIÓN

El uso indiscriminado de los insecticidas sintéticos, ha generado diferentes efectos secundarios que incluyen contaminación del ambiente, residuos en los productos cosechados, intoxicación en las personas que aplican estos productos y eliminación de especies de enemigos naturales (Medina *et al.*, 2002). La utilización de enemigos naturales para mantener poblaciones de insectos dentro de los umbrales económicamente rentables, ha contribuido a la reducción del uso de insecticidas sintéticos y por lo tanto de sus efectos indeseables (Preetha *et al.*, 2009). En el marco de una estrategia de protección de cultivos se debe considerar implementar varias tácticas para minimizar

los efectos de los insecticidas en los organismos benéficos, así como en el ambiente (Cerna *et al.*, 2012).

Los enemigos naturales de los insectos plaga son afectados por el uso de los insecticidas en los sistemas agropecuarios (Desneux *et al.*, 2007; Zotti *et al.*, 2013). En los insectos depredadores el proceso de bioacumulación de las sustancias químicas se da a través de las cadenas tróficas, al consumir grandes cantidades de presas, las concentraciones de estos contaminantes aumentan a medida que se sube en el nivel trófico causando mortalidad y afectando su desarrollo (Newman, 2015).

Los insecticidas generalmente interrumpen las relaciones tróficas de estas especies benéficas, ocasionando incrementos poblacionales de las plagas a niveles que en algunas situaciones, rebasan los niveles poblacionales previos al implemento del control. Debido a similitudes fisiológicas básicas entre las plagas y los insectos benéficos, los plaguicidas pueden incurrir en severa mortalidad en ambos grupos de organismos. Esto se da principalmente con insecticidas que afectan al sistema nervioso, que comprenden la mayoría de productos actualmente utilizados. Los insecticidas también influyen en la biología de los enemigos naturales de los insectos plaga de una manera más sutil. Estas especies pueden experimentar efectos subletales en su desarrollo y comportamiento. La fertilidad, fecundidad, desarrollo y supervivencia pueden ser alteradas, al igual que la capacidad de búsqueda de hospederos y presas y la movilidad en general (Croft, 1989).

Chrysoperla carnea es un depredador generalista y voraz en sistemas agrícolas (Tauber *et al.*, 2000), presenta amplio intervalo de presas (McEwen *et al.*, 2001) y es efectivo como agente de control biológico (Hagley y Miles, 1987). Es necesario conocer la toxicidad de los llamados bioinsecticidas sobre los enemigos naturales y en especial con la especie antes mencionada, con el propósito de seleccionar los de menor toxicidad que puedan ser utilizados de manera conjunta con el Control Biológico. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de los extractos vegetales (acuoso y aceitoso) a base de higuierilla sobre las larvas (L2) del depredador natural *C. carnea* a nivel de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODO

La cría de *C. carnea*, fue adquirida a través de la empresa Biobest Sustentable Crop Management (Bélgica), como fuente de alimento se le suministraron huevos de *Ephestia kuehniella* Z; los recipientes utilizados, tanto para larvas como para los adultos, se colocaron en la cámara de cría con temperatura controlada (24 ± 1 °C), humedad relativa (60 ± 5 %) y un fotoperiodo de 16:8 (L:O). Se probaron cuatro tratamientos: a) extracto acuoso de higuierilla, b) extracto aceitoso de higuierilla, c) aceite vegetal de semilla de girasol y d) agua (como tratamiento testigo) bajo un diseño de bloques al azar.

Para la extracción de los extractos vegetales a base de higuierilla (acuoso y aceitoso) se siguió la metodología propuesta por Aragón y Tapia (2009), la cual consiste en, colecta el fruto de *R. communis*, transporte al laboratorio de entomología, del Instituto de Ciencias de la BUAP, y secado a la sombra durante 25 días hasta su deshidratación total; una vez seco el material vegetal se pulverizó con un molino eléctrico (Nixtamatic). Para el extracto acuoso, el polvo vegetal obtenido del fruto seco, se colocó en agua por 24 horas (30 g del polvo vegetal en un litro de agua) y se filtró para separar los sólidos (obtención de compuestos hidrosolubles); para el extracto aceitoso, el polvo vegetal resultante de la pulverización, se maceró por un mes colocando 500 g del polvo vegetal en un litro de aceite vegetal de semilla de girasol. Posteriormente se filtraron los sólidos para así obtener el extracto aceitoso; para el tratamiento de aceite vegetal, se compró en el supermercado aceite a base de semilla de girasol.

Ensayos de inmersión del alimento (Efecto de mortalidad por ingestión de los extractos de *R. communis* sobre *C. carnea*). Se utilizaron en total 60 organismos (larvas L2), para cada uno de los cuatro tratamientos, se seleccionaron 15 organismos al azar para conformar las 15 repeticiones de cada tratamiento, posteriormente se les suministro el alimento (huevos de *E. kuehniella* de acuerdo a cada tratamiento), el alimento se sumergió por 1 minuto en 5 ml de cada tratamiento, posteriormente se puso a secar a temperatura ambiental por 45 minutos, con un pincel se les suministro a cada una de las larvas correspondientes de cada tratamiento. Los parámetros evaluados fueron la mortalidad de organismos a las 24, 48 y 72 horas.

Ensayos de potencial de consumo (choice). Se probaron tres tratamientos extracto acuoso de higuera, extracto aceitoso de higuera y aceite de girasol, cada tratamiento contó con 10 repeticiones, cada repetición contó con 3 recipientes cilíndricos de 5 cm de alto por 10 cm de diámetro, con un total de 90 unidades experimentales, en cada una se depositaron 10 larvas (L2) de *C. carnea* y seis rectángulos de cartulina color amarillo de 3 cm de ancho por 5 cm de largo, en cada rectángulo se colocaron 10 huevos de *E. kuehniella*, los cuales se fijaron con un pincel y se pegaron con goma tragacanto. Los tratamientos se colocaron en los huevos, para esto los huevos se sumergieron por un minuto en 5 ml de cada tratamiento y se secaron a temperatura ambiental por 45 minutos, el primer recipiente cilíndrico fue suministrado con alimento no tratado (testigo), el segundo recipiente con alimento tratado (tratamiento previamente establecido), y el tercer recipiente conto con tres rectángulos con alimento no tratado y tres con alimento tratado. Los ensayos concluyeron cuando el 50 % del alimento en los tratamientos testigo fue consumido, posteriormente se contabilizó el número de huevos consumidos así como los no consumidos de cada recipiente.

Ensayos de efecto letal por contacto directo. Se probaron los cuatro tratamientos con cinco repeticiones. Estos ensayos se realizaron bajo la metodología descrita por (Jacas y Viñuela, 1994), se utilizaron dos placas de vidrio de 12 cm² de área por 0.5 cm de grosor, cada uno de los tratamientos se aplicó con un atomizador (4 aspersiones). Una vez aplicado cada tratamiento a la base de cristal, se dejó secar a temperatura ambiental bajo sombra durante 50 minutos, esto para evitar la menor evaporación de los compuestos bajo el sol, posteriormente se colocó un cilindro de PVC de 7.5 cm de largo por 6 cm de diámetro, a este cilindro se le realizaron cuatro perforaciones de 1 cm de diámetro para el intercambio de aire, en una de las perforaciones se colocó una manguera conectada a un matraz de Erlenmeyer que contenía agua, la salida de aire de una bomba de pecera se conectó al matraz, de este modo se mantuvo un ambiente saturado de humedad necesario dentro del cilindro para los organismos. En cada unidad experimental se colocaron 20 larvas (L2) y se les suministro como alimento huevos de *E. kuehniella*, cada unidad experimental se selló con ligas por los cuatro lados de ambos cristales.

El objetivo de este ensayo fue evaluar la toxicidad directa de los residuos de los extractos vegetales acuoso y aceitoso de *R. communis*, sobre larvas (L2) de *C. carnea*, los parámetros a evaluar fueron la mortalidad de las larvas a las 24, 48 y 72 horas posteriores al establecimiento del experimento, con estos datos se estableció el nivel de toxicidad de acuerdo con los criterios de la OILB (Organisation Internationale de Lutte Biologique et intégrée) (Hassan, 1994; Sterk *et al.*, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad por inmersión. Los extractos vegetales a base de higuera (*R. communis*) presentan un efecto sobre las larvas (L2) del depredador *C. carnea*, presentando diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos respecto al testigo a las 24 horas de exposición de las larvas. La mortalidad más alta se presentó con el extracto acuoso a base de higuera con un

13.3 %, seguida por el extracto aceitoso de higuierilla con 6.6 % y se presentó una mortalidad nula del aceite de girasol y del tratamiento testigo (agua). A las 72 horas de exposición de las larvas, la mortalidad de los extractos vegetales no aumentó, sin embargo, el tratamiento a base de aceite de girasol aumentó 6.6 %, el tratamiento testigo presentó una mortalidad nula al finalizar el experimento. La mortalidad debida a los extractos vegetales a base de higuierilla, puede deberse a la presencia de ricinina presente en la semilla de higuierilla (Ramos *et al.*, 2011).

Ensayos de potencial de consumo (Choice). En el cuadro 1 se presenta el potencial de consumo del depredador *C. carnea*. Independientemente que sea el extracto a base de agua o de aceite, el consumo se ve disminuido al 50 % en casi todos los casos. Cuando se utiliza solamente aceite, también se reduce el consumo de este depredador, no presentando diferencia significativa entre el efecto de los tratamientos, por lo que el efecto del tratamiento no altera el consumo de alimento de *C. carnea*.

Cuadro 1. Potencial de consumo de larvas (L2) de *Chrysoperla carnea* (Stephens) sobre alimento tratado y no tratado, bajo condiciones de laboratorio.

Tratamiento	Potencial de consumo (%) \pm EE			
	Elección		No Elección	
	control	Extracto	control	Extracto
Acuoso	44.4 \pm 1.82	22.2 \pm 0.95	36.5 \pm 2.19	18.6 \pm 1.33
Aceitoso	42.1 \pm 0.72	21.8 \pm 1.94	42.0 \pm 2.07	21.2 \pm 1.89
Aceite G.	31.0 \pm 1.43	22.9 \pm 1.23	40.3 \pm 1.54	20.0 \pm 1.39

No se presentaron diferencias significativas ($P = 0.05$) entre el efecto de los tratamientos.

Efecto letal por contacto directo. A las 24 horas de exposición de las larvas (L2) se presentaron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos respecto al testigo, donde el extracto aceitoso de *R. communis* fue el que presentó una mayor mortalidad de 10.86 %, mientras que el extracto acuoso de *R. communis*, el aceite de girasol y el testigo (agua) presentan una mortalidad casi similar durante este tiempo de exposición (0 %, 1.08 % y 0 % respectivamente). Croft (1989) encontró que la mortalidad promedio de *C. carnea* causada por el efecto de los insecticidas botánicos y biológicos generalmente es de 10 % o menos, lo cual concuerda con los datos obtenidos a las 24 horas posteriores al montaje del experimento en esta investigación, la mortalidad acumulada, posterior a las 72 horas de exposición aumentó considerablemente para el extracto aceitoso de higuierilla con un 25.31 % mientras que el extracto acuoso y el aceite de girasol presentaron una mortalidad de 13.92 % y 12.65 % respectivamente, el tratamiento testigo (agua) no presentó mortalidad alguna (cuadro 2), esta información concuerda con los datos obtenidos por Jaramillo y Armijos (2015), quienes demostraron que el extracto vegetal a base de higuierilla en diferentes concentraciones es eficaz en el control de diferentes insectos perjudiciales así como benéficos, Guevara y colaboradores (2015), demostraron que el extracto de higuierilla presentó una mortalidad mayor al 70 % en insectos perjudiciales en comparación con otros extractos vegetales, Iannacone y Lamas (2002) encontraron que la rotenona y la azadiractina (extractos botánicos) provocaron mortalidades en larvas (L2-L3) de *Chrysoperla externa*, estadísticamente diferentes respecto al testigo a las 48 horas posteriores al establecimiento del experimento, por su parte Vogt y colaboradores (1998) reportan una mortalidad del 59.4 % en larvas (L2) de *C. carnea* por contacto directo con extractos botánicos a base de neem (*Azadirachta indica*).

Al establecer el nivel de toxicidad propuesto por la OILB, todos los tratamientos dan el nivel mínimo (1), por lo que estos productos son catalogados inocuos al estar en contacto con las larvas del depredador natural *C. carnea*, lo cual concuerda con lo reportado por Viñuela y

colaboradores (1996), quienes encontraron que dos plaguicidas de origen botánico (piretrina natural y un extracto de neem) no tuvieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos respecto al testigo, ambos productos fueron catalogados inocuos para larvas de *C. carnea*, y se clasificaron como categoría (1) de la OILB.

Cuadro 2. Toxicidad de los bioinsecticidas a base de higuierilla sobre larvas (L2) de *Chrysoperla carnea* (Stephens) en condiciones de laboratorio.

Tratamiento	Mortalidad (%) \pm EE	
	24 horas	72 horas
Acuoso	0 \pm 0 a	13.92 \pm 0.05 b
Aceitoso	10.86 \pm 1.52 b	25.31 \pm 1.64 c
Aceite G.	1.08 \pm 1.30 a	12.65 \pm 1.30 b
Agua	0 \pm 0 a	0 \pm 0 a

Promedios con la misma letra no difieren significativamente a $P = 0.05$.

CONCLUSIÓN

En el ensayo de mortalidad por inmersión, la mortalidad más alta la presentó el tratamiento acuoso de higuierilla con un 13.3 % a las 24 horas de exposición, a las 72 horas de exposición la mortalidad por los extractos de higuierilla tanto acuoso como de aceite no aumento.

En los ensayos de potencial de consumo (choice) de *C. carnea*, no se presentaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos con respecto al testigo, el consumo del alimento se vio reducido a un 50 % para todos los tratamientos incluyendo el testigo.

En los ensayos de efecto letal por contacto directo, el extracto aceitoso de *R. communis* es quien presentó una mayor mortalidad a las 24 horas de exposición con un 10.86 %, a las 72 horas de exposición, la mortalidad del extracto aceitoso aumentó a 25.31 %, mientras que el extracto acuoso y el aceite girasol presentaron una mortalidad menor, de 13.92 % y 12.65 % respectivamente.

Al establecer el nivel de toxicidad propuesto por la OILB, tres de los tratamientos dan el nivel mínimo (1) por lo que estos productos son inocuos al estar en contacto con *C. carnea*, excepto por el extracto aceitoso de *R. communis* que presento una mortalidad mayor al 20 %.

Agradecimientos

Al CONACyT por el apoyo económico, por medio de una beca otorgada al primer autor para realizar los estudios de la maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas del Instituto de Ciencias de la BUAP.

Literatura Citada

- Aragón, G. A. y A. M. Tapia R. 2009. Amaranto Orgánico: Métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades. *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Alternativas y procesos de participación Social A. C.* Puebla, México. 63 pp.
- Cerna, E., Ail, C., Landeros, J., Sánchez, S., Bahii, M., Aguirre, L., Ochoa. 2012. Comparación de la toxicidad y selectividad de insecticidas para la plaga *Bactericera cockerelli* y su depredador *Chrysoperla carnea*. *Agrociencia*, 46: 783–793.
- Croft, B. 1989. *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*. Corvallis, Oregon, United States of America. 723 pp.
- Desneux, N., Decourtye, A. and J. Delpuech M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52: 81–106.
- Guevara, L., Andrio E., Cervantes F., Rodríguez D., Robles R., Mondragón W. y D. Pérez. 2015. Efecto bioinsecticida de extracto etanolico de higuierilla (*Ricinus communis* L.) y lantana (*Lantana camara*

- L.) sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en tomate. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 2(3): 428–434.
- Hagley, E. A. C. and Miles N. 1987. Release of *Chrysoperla carnea* Stephen (Neuroptera: Chrysopidae) for control of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) on peach grown in a protected environment structure. *The Canadian Entomologist*, 119: 119–205.
- Hassan, S. A. 1994. Activities of the IOBC/WPRS Working Group “Pesticides and Beneficial Organisms”. *IOBC/WPRS Bulletin*, 17(10): 1–5.
- Iannacone, J. y G. Lamas. 2002. Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla carnea*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 65: 92–101.
- Jacas, J. and E. Viñuela. 1994. Analysis of a method to test the effects of pesticides on adult females of *Opius concolor* Szep. (Hym., Braconidae), a parasitoid of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Dip., Tephritidae). *Biochemistry, Science and Technology*, 4: 147–174.
- Jaramillo, C. G. M. y J. Armijos. 2015. Efecto insecticida del extracto acuoso de la semilla de higuierilla (*Ricinus communis*) en tres tipos de insectos (cucarachas, moscas y mosquitos). *Revista semestral de investigación de la Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo- CIDE. Ecuador*, 1(15): 106–110.
- McEwen, P. K., New T. R. and A. Whittington. 2001. *Lacewing in the Crop Management*. Cambridge University Press. 546 pp.
- Medina, P., Budía, F., Vogt, H., Del Estal, P., y Viñuela, E. 2002. Influencia de la ingestión de presa contaminada con tres modernos insecticidas en *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 28: 375–384.
- Newman, C. M. 2014 *Fundamentals of ecotoxicology*. The Science of Pollution. Fourth edition. CRC Press. Boca Raton, London, New York. 680 pp.
- Preetha, G., Stanley J., Manoharan T., Chandrasekaran S. and S. Kuttalam. 2009. Toxicity of imidacloprid and diafenthiuron to *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) in the laboratory conditions. *Revista de investigación de protección de plantas*, 49: 290–296.
- Ramos, L. M. A., Rodríguez, C. H., Pérez, G. S., Zavala, S. M. A. y S. L. García. 2011. Efecto del extracto de higuierilla *Ricinus communis* en el desarrollo larval del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. Pp. 65–74. In: H. C. Rodríguez, J. F. O. López y A. G. Aragón. (Eds.) *Alternativas ecológicas contra plagas*. Colegio de postgraduados y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Sterk, G., Hassan, S. A., Baillod, M., Bakker, F., Bigler, F., Blümel, S., Bogenschütz, H., Boller, E., Bromand, B., Brun, J., Calis, J. N. M., Coremanspelseneer, J., Duso, C., Garrido, A., Grove, A., Heimbach, U., Hokkanen, H., Jacas, J., Lewis, G. B., Moreth, L., Polgar, L., Roversti, L., Samsø-Petersen, L., Sauphanor, B., Schaub, A., Stäubli, A., Tuset, J. J., Vainio, A., van de Veire, M., Viggiani, G., Viñuela, E. and V. H. Vogt. 1999. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group ‘Pesticides and Beneficial Organisms’. *BioControl*, 44(1): 99–117.
- Tauber, M. J., Tauber, A. C., Daane, M. K. and K. Hagen S. 2000. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). *American Entomologist*, 46: 26–38.
- Vogt, H., Gonzales M., Adán A., Smagghe G. y E. Viñuela. 1998. Efectos secundarios de la azadiractina, vía contacto residual, en larvas jóvenes del depredador *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 24: 67–78.
- Viñuela, E., Händel U. y H. Vogt. 1996. Evaluación en campo de los efectos secundarios de dos plaguicidas de origen botánico, una piretrina natural y un extracto de neem, sobre *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 22: 97–106.
- Zotti, J. M., Grutzmacher, D. A., Lopes, H. I. and G. Smagghe. 2013. Comparative effects of insecticides with different mechanisms of action on *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Lethal, sublethal and dose response effects. *Insect Science*, 20: 743–752.