

Parámetros poblacionales de *Chrysoperla carnea* en condiciones de laboratorio en Puebla

Arturo Huerta-de la Peña^{1,5}
Martha Azucena Díaz-Rivas²
Miguel Aragón-Sánchez²

1 Campus Puebla-Colegio de Postgraduados-Laboratorio de Control Biológico. Carretera Federal México-Puebla km 125.5, Santiago Momoxpan, Puebla, México. CP. 72760. Tel. 222.2851443, ext. 2200.

2 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Instituto de Ciencias-Centro de Agroecología. Edificio VAL1, Carretera a San Baltazar Tetela km 1.7, San Pedro Zacachimalpa, Puebla, México. CP. 72960. Tel. 222 2295500, ext. 1302. (marthaa.diazrivas@viep.com.mx; miguel.aragons@correo.buap.mx).

Autor para correspondencia: arturohp@colpos.mx.

Resumen

Chrysoperla carnea Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) es un depredador utilizado en el control biológico de plagas, por lo que establecer métodos de reproducción en laboratorio es fundamental para el uso de estos organismos en campo. El objetivo de este trabajo fue obtener los parámetros biológicos y poblacionales de esta especie en condiciones de laboratorio. El experimento se realizó en el laboratorio de Control Biológico del Colegio de Posgraduados, Campus Puebla en el año 2021; con una población colectada en la zona productora de hortalizas en Los Reyes de Juárez, Puebla. Siguiendo un protocolo de cría estandarizado y después de que la población fue adaptada a las condiciones de laboratorio, se realizaron bioensayos para obtener los parámetros poblacionales, individualizando 50 huevos en cajas petri observando el desarrollo hasta la etapa adulta. Se formaron tres parejas de adultos y se les dio seguimiento hasta la muerte. El periodo de preoviposición fue de 4.6 días, y longevidad media de 53 días, en promedio una hembra puso en total 1 289 huevos, 25.56 huevos por día, y eclosión de 88.35%. El desarrollo promedio de huevo a adulto fue de 24.19 días con supervivencia acumulada de 32% y una ratio sexual de 0.6, el valor de r_m fue 0.18014. El conocimiento generado en este trabajo ha sido de gran utilidad para programar la cría de este insecto, obtener la producción de huevos en fechas determinadas y para las personas que quisieran dedicarse a la cría de este depredador.

Palabras clave:

control biológico, cría de insectos, crisopas, depredadores.



License (open-access): Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons

La producción de organismos entomófagos se realiza en toda la república mexicana y los organismos que más se distribuyen son *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) y *Trichogramma pretiosum* Rirely, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Tamez *et al.*, 2001). *C. carnea* es una especie cosmopolita, distribuida ampliamente en una gran variedad de climas y vegetación. Esta especie se encuentra frecuentemente en árboles frutales, cultivos de alfalfa, de hortalizas y en la vegetación natural. Las larvas de crisopas son depredadoras de áfidos, mosquita blanca, piojos harinosos, trips y huevos de diversos insectos (Van Driesche *et al.*, 2007). Es importante conocer aspectos básicos sobre biología y comportamiento poblacional de este depredador en condiciones de laboratorio, para obtener individuos de calidad con buen desempeño en campo y para hacer una planeación más precisa de su manejo y reproducción en el laboratorio.

Las tablas de vida y de reproducción son una herramienta útil que nos ayudan a entender la dinámica de un grupo de organismos y asegurar la gestión de la población (Cano-Vazquez, 2001). Con ellas se conocen con certeza algunos aspectos de la biología del insecto tales como tiempo de desarrollo, fertilidad, supervivencia y permite calcular parámetros característicos de la especie como la tasa neta de reproducción (R_0), el tiempo de generación (T) y la tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m) (Flores-Pérez *et al.*, 2004). El objetivo de este trabajo fue obtener los parámetros biológicos y poblacionales de esta especie, en condiciones de laboratorio, mediante la utilización de tablas de vida.

El experimento se realizó en el laboratorio de Control Biológico del Colegio de Posgraduados, Campus Puebla en el año 2021. Las condiciones de la cámara de cría fueron: temperatura 24 ° C, humedad relativa de 52% y fotofase de 16:8 luz:oscuridad, con luz blanca tipo led.

Los huevos de *C. carnea* se obtuvieron de la cría de mantenimiento de dicho laboratorio. El experimento se inició con 50 huevos de menos de 24 h ovipositados sobre papel filtro, los huevos fueron individualizados con pinzas entomológicas y colocados en cajas petri de 4.5 cm de diámetro por 1.5 cm altura. Las larvas emergidas se mantuvieron en las mismas cajas y se alimentaron diariamente durante su desarrollo con huevos de *Sitotroga cerealella* (Oliver 1789) (Lepidoptera: Gelichidae). Se realizaron observaciones diarias utilizando un microscopio estereoscópico Motic MSZ-168. Cada día se buscó la exuvia como referente para medir el tiempo de cambio de instar y se tomó nota de su supervivencia.

Emergidos los adultos, en la misma fecha se formaron tres parejas que fueron individualizadas en cajas plásticas de 12 cm de diámetro por 7.5 cm de altura, con tapas modificadas para la aireación. Las cajas se equiparon con un bebedero y gasas de algodón que sirvieron como sustrato para la oviposición. Las parejas se alimentaron cada tercer día utilizando un bate lenguas con dieta artificial a base de germen de trigo, levadura de cerveza, fructosa, miel, leche condensada, huevo y agua (Vogth *et al.*, 2000). Se tomó nota del tiempo de preoviposición.

La oviposición se evaluó cada tercer día cambiando las gasas y contando los huevos colocados sobre las cajas. La viabilidad se valoró utilizando gasas de 24 h de cada pareja, la cuales se colocaron en cajas plásticas de 12 cm de diámetro, por 7.5 cm de altura, sobre una base de papel Bond doblada a manera de acordeón y con huevos de *S. cerealella* como alimento; se contabilizó la eclosión, los huevos fértiles (con embrión) y huevos infértiles (verdes). Se contabilizó el tiempo de desarrollo de cada estado y estadio; también se calculó la proporción machos hembras. Las tablas de vida y reproducción se construyeron según la metodología descrita por Vera-Graziano *et al.* (1997).

Los parámetros poblacionales estimados fueron: fecundidad (m_x), R_0 , T y r_m . Asimismo, se utilizó el programa r_m 2.0 (Taberner *et al.*, 1993) aplicado a los datos calculados previamente y considerando una ratio sexual de 0.6, de acuerdo con la proporción de machos y hembras observada en el desarrollo del propio bioensayo. El análisis de datos fue llevado a cabo utilizando la técnica Bootstrap, realizando 500 repeticiones, tal como sugieren Meyer *et al.* (1987). A partir de las tablas de vida se estimó la supervivencia por edades (l_x) y m_x , así como los parámetros siguientes: R_0 , T, r_m Tasa finita de incremento (λ) y Tiempo de duplicación de la población (DT).

En el Cuadro 1 se presentan los parámetros poblacionales de las hembras de *C. carnea* criadas en condiciones de laboratorio, donde se observa que el tiempo de preoviposición fue inferior a cuatro días, una hembra puede llegar a poner más de 1 200 huevos durante toda su vida, y de esos huevos 80% pueden eclosionar, por otra parte, una hembra puede llegar a vivir más de 50 días aproximadamente. De los huevos puestos por estos adultos se estimó que 60% fueron hembras, 40% machos, guardaron una proporción de 3:2.

Parámetro	Media
Periodo preoviposición (días)	3.67 \pm 0.67
Fecundidad (huevos/hembra)	1289 \pm 448.17
Eclosión de huevos	1031.2 \pm 358.53
Longevidad hembra (días)	53 \pm 14.01
Ratio sexual	0.6

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Aragón-Sánchez *et al.* (2020) donde estos autores evaluaron el efecto que presenta la aplicación de extractos vegetales en los parámetros poblacionales de *C. carnea*, destacando que las hembras llegaron a presentar un periodo de preoviposición mayor a cinco días y un número de huevos inferior a 400, así como una longevidad inferior a lo obtenido en este trabajo, con una media inferior a 40 días.

Esto puede estar relacionado con que los huevos de *S. cerealella* que utilizaron estos autores, con los cuales se alimentó esa población de *C. carnea*, fueron tratados mediante inmersión en agua, caso contrario en esta investigación donde se le ofrecieron huevos que no fueran tratados.

En el Cuadro 2 se observa el tiempo de desarrollo de los estados inmaduros de *C. carnea*, estos organismos pueden completar su desarrollo en 24 días, el estado de desarrollo que llevó más tiempo fue el larval (11.34 días de media) y se observó que el instar de menor duración fue el segundo. Los machos puparon y emergieron antes que las hembras, así el tiempo de desarrollo promedio de las hembras fue ligeramente mayor (24 días) al de los machos (23 días).

Parámetros	Huevo	L1	L2	L3	Pupa	Total (huevo-adulto)
Tiempo de desarrollo (días)	4.13 \pm 0.34	3.93 \pm 1	3.41 \pm 0.67	4 \pm 0.69	9.06 \pm 0.44	24.19 \pm 0.44

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Aragón *et al.* (2020), donde *C. carnea* presentó un tiempo de desarrollo del huevo de cuatro días, un tiempo de desarrollo larval de 10 días, similar a lo obtenido en esta investigación. Para el tiempo de desarrollo de pupa los resultados difieren con lo de estos autores, ya que reportan un tiempo superior a 14 días, un tiempo mayor al obtenido en esta investigación.

Este incremento en el tiempo de desarrollo de pupa acreditándose al manejo de la población, haciendo énfasis en que una población mantenida para cría, sin cambios en la dieta puede disminuir su tiempo de desarrollo desde el huevo hasta adulto, como lo fue en esta investigación, donde el manejo que se le dio a la población provoca que aproximadamente en 24 días *C. carnea* culmine su desarrollo inmaduro.

Por otra parte, Giffoni (2007), estima el tiempo de desarrollo que presentan los estadios inmaduros de *Crhysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Crhysopidae) cuando son alimentados con diferentes presas, destacando que dentro de los tratamientos utilizados se encuentran los huevos de *S. cerealella*, donde obtuvo un tiempo de desarrollo para el estado de huevo de tres días, para el estado de larva y pupa un tiempo de desarrollo de siete días; cabe resaltar, que este decremento en el tiempo de desarrollo en comparación con este trabajo se debe al cambio de temperatura, ya que esta disminución se dio probablemente debido a que los organismos fueron colocados a 27 °C.

En cuanto a las tablas de vida (Cuadro 3), se obtuvo que en casi todos los estados de desarrollo de *C. carnea* se presentó mortalidad, con excepción del paso del instar larval del dos al tres. La probabilidad de muerte (dx) fue mayor en estado de huevo (0.22) y en el estadio larval LI (0.2). La tasa de mortalidad (qx) fue mayor en el estadio larval L1 (0.26), seguida del estadio larval LII (0.24) y del estado de pupa (0.24). La probabilidad de supervivencia (px) fue mayor en el estadio larval LII (1) y LIII (0.95). La esperanza de vida fue parecida de la etapa de huevo al estadio larval LII, pero disminuyó en el estadio larval LIII y pupa. La probabilidad de supervivencia ($lx \times 100$) desde huevo hasta la emergencia de adultos fue de 32%.

Cuadro 3. Tabla de vida específica para cada etapa de *C. carnea* alimentada con *S. cerealella* en condiciones de laboratorio.

x*	nx*	Dx*	dx*	qx*	px*	Lx*	Tx*	ex*	lx*	Lx 100*
F0-H	F50	F11	F0.22	F0.22	F0.78	F44.5	F174	F3.48	F1	F100
FH-LI	F39	F10	F0.2	F0.26	F0.74	F34	F129.5	F3.32	F0.78	F78
FLI-LII	F29	F7	F0.14	F0.24	F0.76	F25.5	F95.5	F3.29	F0.58	F58
FLII-LIII	F22	F0	F0	F0	F1	F22	F70	F3.18	F0.44	F44
FLIII-P	F22	F1	F0.02	F0.04	F0.95	F21.5	F48	F2.18	F0.44	F44
FP-A	F21	F5	F0.1	F0.24	F0.76	F18.5	F26.5	F1.26	F0.42	F42
FA	F16	F0	F0.32	F0	F1	F8	F8	F0.5	F0.32	F32

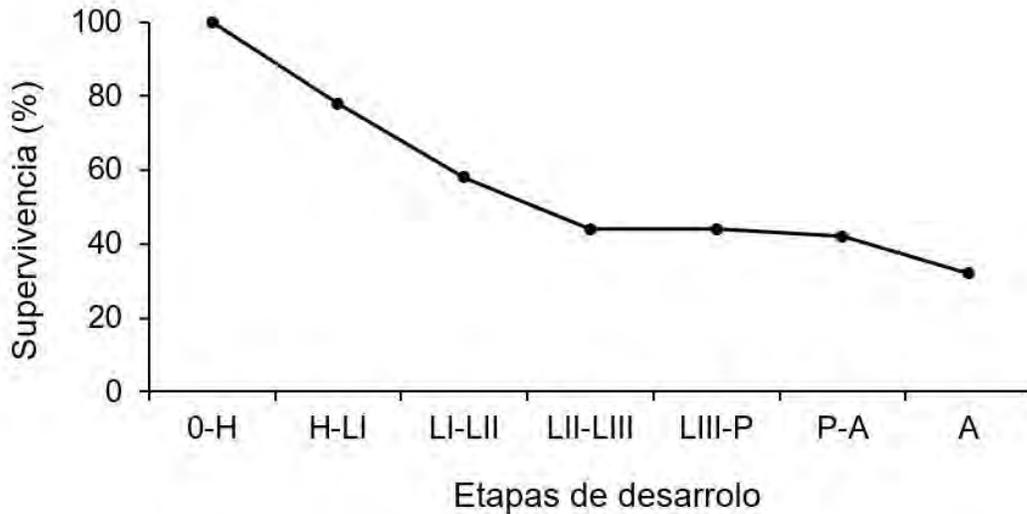
*estados y estadios (x); número de individuos (nx); número de individuos muertos (Dx); probabilidad de muerte (dx), tasa de mortalidad (qx); probabilidad de supervivencia (px); número promedio de individuos vivos (Lx); suma acumulada de Lx para obtener valores expresados en número de individuos por unidades de tiempo (TX); esperanza de vida (ex); probabilidad de supervivencia desde huevo (lx) y probabilidad de supervivencia desde huevo en porcentaje ($lx \times 100$).

Dado a que este organismo es polífago, se observó que puede ser criado bajo condiciones de laboratorio, con otro tipo de presas, como *Aspidiotus hedericola* Leonardi (Hemiptera: Diaspidisae) donde se contempló valores similares en la tabla de vida específica para cada etapa a los obtenidos en este trabajo (Ozbesnili and Ozsisli, 2013).

La curva de supervivencia de *C. carnea* se construyó utilizando los valores de la probabilidad de supervivencia en porcentaje desde huevo hasta adulto (Figura 1), donde se observa como inicia la mortalidad desde las primeras etapas de desarrollo de los organismos, llegando a establecerse cuando pasan a estadio L3, manteniendo esta mortalidad durante e termino de fase larvaria y pupa, por último, un ligero descenso de la población al pasar al estado adulto.



Figura 1. Curva de supervivencia de *C. carnea* alimentada con huevos de *S. cerealella* en condiciones de laboratorio.

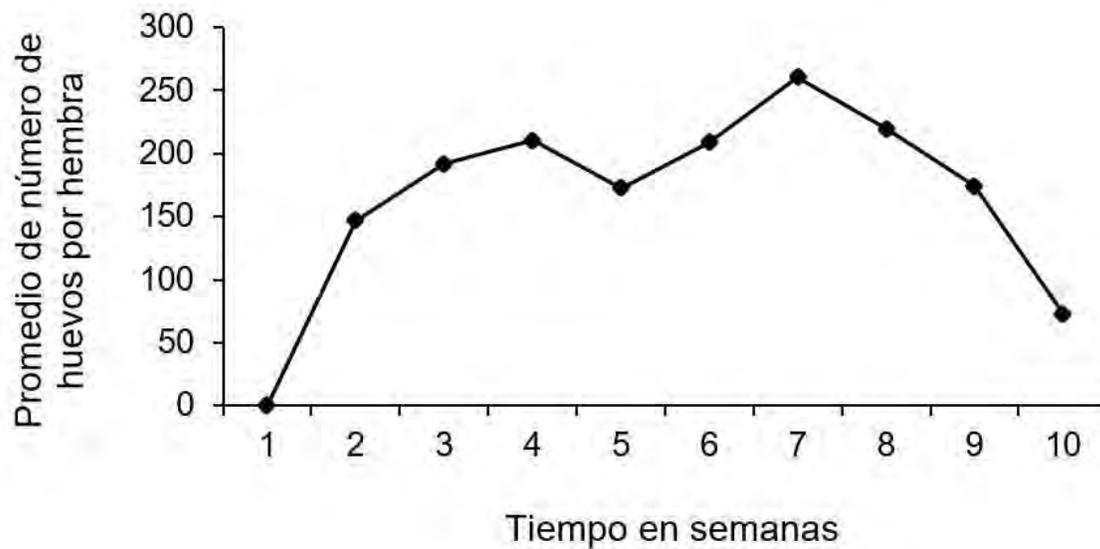


Estos resultados coinciden con otro neuróptero *Sympheronius barberi* Banks (Neuroptera: Hemerobidae), depredador de la grana cochinilla *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Himenoptera: Dactylopiidae), donde bajo condiciones de laboratorio, se puede observar una curva similar a lo presentado para *C. carnea* en esta investigación, donde la mortalidad se mantiene una vez que los depredadores pasan a estado de desarrollo larvarios LIII hasta la etapa adulta (Pacheco-Rueda *et al.*, 2011).

En la Figura 2 se presenta la curva de fecundidad de *C. carnea*, la cual muestra el número promedio de huevos producidos por cada hembra a lo largo del tiempo de vida. Se observó que el periodo más fecundo se presentó en la cuarta y séptima semana, y que disminuyó a partir de la octava semana. Se estimó que el número de huevos promedio por hembra por día fue 25.



Figura 2. Fecundidad de las hembras de *C. carnea* criadas en condiciones de laboratorio.



Los parámetros de la tabla de vida se condensan en el Cuadro 4, observando que el valor de la tasa intrínseca de crecimiento r_m fue de 0.18014 hembras obtenidas por cada hembra, lo que indica un incremento en la población al cabo de varias generaciones mantenidas bajo estas condiciones, en el mismo Cuadro 4, se presentan el resto de los valores obtenidos de la tabla de vida. Este valor obtenido de la r_m fue superior a lo reportado por Aragón *et al.* (2020) para el depredador *C. carnea*, donde establece un cálculo de 0.1190; asimismo, una disminución del resto de valores de los parámetros de tabla de vida en comparación con lo obtenido en esta investigación.

Cuadro 4. Parámetros de la tabla de vida de *C. carnea* mantenidos en condiciones de laboratorio.

Parámetro	Media
Tasa intrínseca de crecimiento (r_m) (Intervalo de confianza para la r_m al 95%)	0.18014 (0.1582-0.202)
Tasa de reproducción neta (R_0)	415.3094
Duración media de generación (T) (días)	33.4685
Tasa finita de incremento (#)	1.1973
Tiempo de duplicación (TD) (días)	3.8478

Adicional al buen manejo que se le debe de dar a la cría, se tiene que considerar también que el alimento utilizado para reproducir poblaciones de *C. carnea* en laboratorio, fueron huevos de *S. cerealella*, este alimento se ha ocupado también para la reproducción de otros Crisopidos como *Chrysoperla defreitasi* (Brooks, 1994), donde se observó una mortalidad menor en larvas y ciclos de desarrollo más cortos de este depredador (Biagioni y Freitas, 2001). Asimismo, el uso de dietas artificiales también ha sido evaluado para la reproducción de *C. carnea* en condiciones de laboratorio, teniendo resultados superiores al 80% de supervivencia en larvas y pupas de este depredador, cuando son criadas con una dieta a base de agua, azúcar, levadura y miel (Murtaza *et al.*, 2020)

Conclusiones

Los parámetros poblacionales estimados en este trabajo sugieren que la cría de este depredador llevada a cabo bajo las condiciones mencionadas de temperatura, humedad, fotoperiodo, alimentación y manejo es productiva, aunque también se observó mortalidad en todos los estados de desarrollo, destacando la probabilidad de muerte en el estado de desarrollo de huevo y primer instar larval.

Bibliografía

- 1 Aragón-Sánchez, M.; Serratos-Tejeda, C.; Huerta-de la Peña, A.; Aragón-García, A.; Pérez-Torrez, B. and Pineda, S. G. 2020. Effect by ingestion of stracts of *Argemone mexicana* L. on biological parameters and capability of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to increase in a laboratory. *Southwestern Entomologist*. 45(2):405-414.
- 2 Biagioni, A. y Freitas, S. 2001. Efeito de diferentes dietas sobre o desenvolvimento pós-embrionário de *Chrysoperla defreitasi* Brooks (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology*. 30(2):333-336.
- 3 Cano-Vázquez, E. 2001. Cría de *Trichogramma pretiosum*, *Sitotroga cerealella* y *Chrysoperla externa*. Manejo integrado de plagas. *Avances en el fomento de productos fitosanitarios no-sintéticos*. Costa Rica. 60:93-96.
- 4 Flores-Pérez, L.; Bautista-Martínez, N.; Vera-Graciano, J.; Valdez-Carrasco, J. y Angulo, O. A. 2004. Ciclo de vida y tasas de supervivencia y reproducción de *Copitarsia incommoda* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) en tres cultivares de *Brassica oleracea* L. *Agrociencia*. México, DF. 38(5):517-523.
- 5 Giffoni, J.; Valera, N.; Díaz, F. y Vázquez, C. 2007. Ciclo biológico de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con diferentes presas. *Bioagro*. 19(2):109-113.
- 6 Meyer, J. S.; Ingersoll, C. G. and McDonald, L. L. 1987. Sensitivity analysis of population growth rates estimated from cladoceran chronic toxicity test. *Eviron. Toxicol. Chem*. 6(2):115-126.
- 7 Murtaza, G.; Ramzan, M.; Sulta, Y.; Saleem, F.; Rafique, M. A.; Sajid, S. and Jamil, M. 2020. Effect of different artificial diets on biological parameters of female *Chrysoperla carnea* under laboratory conditions. *J. Sci. Agric*. 4:50-54.
- 8 Ozbeshnili, E. and Ozsilsil T. 2013. Biological features and stage specific lifetable of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) on *Aspidiotus hedericola* Leonardi (Hemiptera: Diaspididae). *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*. 4(1):3-9.
- 9 Pacheco-Rueda, I.; Lomelí-Flores, R.; Rodríguez-Leyva, E. y Ramírez-Delgado, M. 2011. Ciclo de vida y parámetros poblacionales de *Symphronius barberi* Banks (Neuroptera: Hemerobidae) criado con *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Himenoptera: Dactylopiidae). *Acta Zoológica Mexicana*. 27(2):325-340.
- 10 Tamez-Guerra, P.; Galán-Wong, L. J.; Medrano-Roldán, H. M.; García-Gutiérrez, C.; Rodríguez-Padilla, C.; Gómez-Flores, R. A. y Tamez-Guerra, R. S. 2001. Bioinsecticidas: su empleo, producción y comercialización en México. *Ciencia UANL*. 2(4):143-152.
- 11 Van Driesche, R. G.; Hoddle, M. S. y Center, T. D. 2007. Control de plagas y malezas por enemigas naturales. *Forest Health Technology Enterprise Team*. USA. 8-48 pp.
- 12 Vera-Graziano, J.; Pinto, V. M. y López, J. C. 1997. *Ecología de poblaciones de insectos*. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Texcoco, Estado de México. 33-49 pp.
- 13 Taberner, A.; Castañera, P.; Silvestre, E. and Bopazo, J. 1993. Estimation of the intrinsic rate of natural increase and its error by both algebraic and resampling approaches. *Computer Appl. Bio*. 9(5):535-540.

- 14 Vogt H. F.; Bigler, K.; Brown, M.; Candolfi, F.; Kemmeter, C.; Kühner, M.; Moll, A.; Travis, A.; Ufer, E.; Viñuela, M. and Waldburger, W. A. 2000. Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera:Chrysopidae). *In*: Guidelines to evaluate side effects of plant protection products to non-target arthropods. Int. Organization for biological and integrated control of noxious animals and plants, West Palearctic Regional Sec. (IOBC/WPRS) Ed. Dijon, France. 27-44 pp.

Parámetros poblacionales de *Chrysoperla carnea* en condiciones de laboratorio en Puebla

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 July 2023
Date accepted: 01 August 2023
Publication date: 04 October 2023
Publication date: August 2023
Volume: 14
Issue: 29 Suppl Especial
Electronic Location Identifier: e3546
DOI: 10.29312/remexca.v14i29.3546

Categories

Subject: Nota de investigación

Palabras clave:

Palabras clave:

control biológico
cría de insectos
crisopas
depredadores

Counts

Figures: 2
Tables: 4
Equations: 0
References: 14
Pages: 0