

Toxicidad aguda y crónica del metomilo y la lantana camara (verbenaceae) a cinco controladores biológicos de plagas agrícolas en el Perú

Acute and chronic toxicity of methomyl and lantana camara (verbenaceae) to five biological control agents of agriculture pest in Peru

José Iannacone^{*}
 Lorena Alvarino^{**}
 Rafael La Rosa^{***}
 María Isabel La Torre^{****}

Resumen

El metomilo es un insecticida carbamato inhibidor de acetilcolinesterasa de contacto-sistémico. Lantana camara es una planta que presenta propiedades antimicrobianas, insecticidas, repelentes y nematocidas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la toxicidad aguda y crónica del metomilo y de la L. camara sobre cinco controladores biológicos de plagas agrícolas del Perú. Las pruebas de toxicidad para *Ceraoachrysa cincta*, *Chrysoperla asoralis*, *Trichogramma pretiosum*, *Trichogramma pintoi* y *Trichogrammatoidea bactrae* emplearon al metomilo y a la L. camara con cinco concentraciones más el control. *C. asoralis* en relación a la mortalidad larvaria de primer instar y en la no eclosión de huevos fue más sensible al metomilo que *C. cincta*. En cambio *C. cincta* fue ligeramente más sensible a la lantana que *C. asoralis* en relación a la mortalidad larvaria de primer instar y en la no eclosión de huevos. La secuencia de mayor a menor toxicidad al metomilo en adultos y en no emergidos fue: *T. pretiosum* > *T. bactrae* > *T. pintoi*. Con relación a estos tres parasitoides, el extracto acuoso de la lantana no produjo efectos significativos en la supervivencia de adultos y, solo produjo una disminución significativa en la emergencia de *T. pintoi* y *T. bactrae*. El metomilo mostró efectos nocivos sobre las cinco especies de la fauna benéfica en comparación con la lantana que fue inofensiva.

Palabras claves: *Chrysoperla*. *Ceraoachrysa*. Metomilo. Lantana. *Trichogramma*. Plagas agrícolas - Control biológico.

Abstract

Methomyl is a systemic-contact carbamate insecticide acetylcholinesterase inhibitor. Lantana camara is a plant that presents antimicrobial, insecticidal, repellent and nematocidal properties. The aim of this study was to evaluate the acute and chronic toxicity of methomyl and L. camara on five biological controls of agricultural pests of Peru. Toxicity tests for Ceraoachrysa cincta, Chrysoperla asoralis, Trichogramma pretiosum, Trichogramma pintoi and Trichogrammatoidea bactrae used methomyl and L. camara with five concentrations plus control. C. asoralis relative to first instar larval mortality and no hatching of eggs

^{*} Doctor en Ciencias Biológicas. Laboratorio de Ecofisiología Animal (LEFA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCNNM). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). El Agustino, Lima, Perú. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Santiago de Surco, Lima, Perú. Correo electrónico: joseiannacone@gmail.com

^{**} Magister Scientiae (c). Laboratorio de Ecofisiología Animal (LEFA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCNNM). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). El Agustino, Lima, Perú. Correo electrónico: lorenaalvarino@gmail.com

^{***} Maestro en Botánica. Museo de Historia Natural. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

^{****} Maestro en Botánica. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

were more sensitive to methomyl in relation to *C. cincta*. Instead *C. cincta* was slightly more sensitive to *C. asoralis* relating to lantana at first instar larval mortality and to non-egg hatching. The sequence descending of methomyl toxicity in adults and not emerged was: *T. pretiosum* > *T. bactrae* > *T. pintoii*. Regarding these three parasitoids, the aqueous extract of lantana had no significant effect on adult survival and only produced a significant decrease in the emergence of *T. pintoii* and *T. bactrae*. Methomyl showed harmful effects on the five species of beneficial fauna compared with lantana, which proved to be harmless.

Keywords: *Chrysoperla*. *Ceraochrysa*. Methomyl. Lantana. *Trichogramma*. Agricultural pests - Biological control.

1 Introducción

El metomilo es un carbamato inhibidor de la acetilcolinesterasa que actúa por contacto-sistémico (IANNACONE; ALVARIÑO, 2008; VAN SCOY et al., 2013) y es uno de los agroquímicos de mayor empleo como insecticida-acaricida en Sudamérica para el control de un amplio rango de plagas agrícolas (AHMED et al., 2004; BAKOULIA et al., 2008; EL-AW et al., 2008; NAPÁN et al., 2010; ALY et al., 2011). Es utilizado también como garrapaticida y contra arañas y en cebos para el control de la mosca doméstica (FARRÉ et al., 2002). La mayoría de sus formulaciones comerciales están clasificadas por la USEPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) como plaguicida de empleo restringido debido a su efecto negativo en múltiples especies no destinatarias (FARRÉ et al., 2002; VAN SCOY et al., 2013). El metomilo en el Perú y según la organización mundial de la salud (OMS) es clasificado como Extremadamente tóxico Clase Ib (SENASA, 1995; WHO, 2010; SENASA, 2013).

El metomilo es un plaguicida que tiene efecto como Disruptor endocrino (DE) (IANNACONE; ALVARIÑO, 2008). Se ha determinado el efecto del metomilo en varias especies de fauna benéfica como en el parasitoide *Eretmocerus mundus* (Mercet, 1931) que controla a la mosca blanca *Bemisia tabaci* (GONZÁLEZ-ZAMORA et al., 2004) y en el ácaro depredador *Phytoseiulus* (BRUN et al., 1983). El metomilo ha mostrado efectos tóxicos en organismos acuáticos (BAKOULIA et al., 2008; IANNACONE; ALVARIÑO, 2008; VAN SCOY et al., 2013).

Lantana camara (Verbenaceae) presenta como nombres vernaculares “lantana”, “bandera española”, “orégano cimarrón” y “siete negritos” (MATIENZO et al., 2003; ALDAMA, 2011). Este arbusto leñoso perenne originario del centro y del sur de América se caracteriza por su fuerte olor cuando sus hojas son trituradas, y es considerada como una maleza de distribución cosmopolita de alta toxicidad para el ganado y también como ornamental al formar cercos vivos (GHUISABERTI, 2000; ROMEU et al., 2004; GRILLI; GALETTO, 2009; ALDAMA, 2011). Las hojas tienen propiedades medicinales como antiasmáticas (MATIENZO et al., 2003; ROMEU et al., 2004; ALDAMA, 2011; KALITA et al., 2012). Se ha registrado en los frutos alta hepatotoxicidad por el triterpenoide (lantadeno A). Sus aceites esenciales son empleados en perfumería y como un insecticida natural (MATIENZO et al., 2003; ALDAMA, 2011). Las flores y las hojas de *L. camara* presentan propiedades antimicrobianas, antimaláricas, nematocidas, insecticidas y repelentes (LÓPEZ; QUESADA, 1997; IANNACONE; LAMAS, 2003a,b; PÉREZ-PACHECO et al., 2004;

BAUTISTA-REDONDA et al., 2006; CARRILLO-ROSARIO; DÍAZ DE RAMÍREZ, 2006; KALITA et al., 2012). En muchos países del Caribe, islas de Pacífico, Argentina, Australia, África y en el Sur de Asia se le considera como especie exótica invasora (GRILLI; GALETTO, 2009).

Para determinar el nivel de toxicidad aguda y crónica del metomilo y de la lantana sobre diversos componentes de fauna benéfica de importancia en control biológico deben ser usados bioensayos ecotoxicológicos (BAKOULIA et al., 2008; GARCÍA-GONZÁLEZ et al., 2008). Con este fin en mira fueron seleccionadas cinco especies de controladores biológicos:

- 1) *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae) es una especie distribuida desde Estados Unidos de América hasta Argentina, incluyendo las Islas Galápagos en América del Sur (TAUBER; DE LEÓN, 2001). Se le encuentra asociada a diversos artrópodos plaga en diferentes sistemas agrícolas y presenta un gran potencial para la cría masiva para ser usada en programas de control biológico (LÓPEZ et al., 1999; BORTOLI et al., 2005; RAMÍREZ et al., 2007).
- 2) *Chrysoperla asoralis* (Neuroptera: Chrysopidae) es una especie depredadora Neotropical usada en Europa, Norteamérica, México, Colombia y Perú para el control de plagas en campo abierto y en invernadero en el cultivo de espárrago, en hortalizas y en frutales (GONZÁLEZ; REGUILLÓN, 2002; GONZÁLEZ et al., 2009). Las condiciones climáticas del Perú, especialmente la costa (donde hay ausencia de lluvias y temperaturas favorables para las crisopas durante todo el año), hacen que este depredador tenga especial éxito (IANNACONE et al., 2009; IANNACONE; ALVARIÑO, 2010).
- 3, 4 y 5) *Trichogramma pretiosum*, *Trichogramma pintoi* y *Trichogrammatoidea bactrae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) son microavispa que se encuentran entre las especies más estudiadas como parasitoides de huevos de plagas agrícolas en los programas de control biológico (GARCÍA-GONZÁLEZ et al., 2005; PRATISSOLI et al., 2005; ESPAÑA-LUNA et al., 2006; BUCHORI et al., 2010) y presentes en diversas zonas agroecológicas del Perú (IANNACONE; LAMAS, 2003a, VIRGALA; BOTTO, 2010).

| 171 |

Se han desarrollado diferentes protocolos de bioensayos para determinar el efecto de los plaguicidas sobre la fauna benéfica (IANNACONE et al., 2011). Por ende, ¿Existirá un efecto tóxico del metomilo y de la lantana sobre cinco controladores biológicos plagas de importancia agrícola en el Perú?. De esta forma, el objetivo de este trabajo fue evaluar la toxicidad aguda y crónica del metomilo y de la *L. camara* sobre cinco controladores biológicos de plagas agrícolas en el Perú.

2 Materiales y Métodos

Los bioensayos toxicológicos con el metomilo y la lantana sobre las cinco especies de invertebrados se realizaron en el Laboratorio de Ecofisiología Animal (LEFA), Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCCNM), Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Distrito del Agustino, Lima, Perú.

Diseño experimental

Las pruebas de toxicidad aguda para *C. cincta*, *C. asoralis*, *T. pretiosum*, *T. pintoii* y *T. bactrae* emplearon para metomilo cinco concentraciones más el tratamiento control. 225mg IA·L⁻¹, 450mg IA·L⁻¹, 900mg IA·L⁻¹, 1800mg IA·L⁻¹ y 3600mg IA·L⁻¹ para las dos crisopidos, y 2,88mg IA·L⁻¹, 14,4mg IA·L⁻¹, 72mg IA·L⁻¹, 360mg IA·L⁻¹ y 1800mg IA·L⁻¹ para los tres trichogrammatidos. Para *L. camara* se usaron cinco concentraciones más el control para *C. cincta*, *C. asoralis*, *T. pretiosum*, *T. pintoii* y *T. bactrae*: 12500mg PS (Peso Seco)·L⁻¹, 25000mg PS (Peso Seco)·L⁻¹, 50000mg PS (Peso Seco)·L⁻¹, 100000mg PS (Peso Seco)·L⁻¹ y 200000mg PS (Peso Seco)·L⁻¹, con cuatro repeticiones, en un diseño en bloque completamente aleatorio (DBCA) de 6 (concentraciones) x 5 (especies) x 4 (repeticiones). *C. externa* y *C. asoralis* tuvieron también pruebas con la eclosión de los huevos, y *T. pretiosum*, *T. pintoii* y *T. bactrae* presentaron ensayos de emergencia de adultos a las mismas concentraciones que las pruebas de mortalidad aguda. Los criterios de selección de las concentraciones empleadas siguieron a Iannacone; Lamas (2003b).

Lantana camara. La especie botánica se seleccionó debido a sus antecedentes para el control de plagas (LÓPEZ; QUESADA, 1997; IANNACONE; LAMAS, 2003a,b; PÉREZ-PACHECO et al., 2004). Las hojas de lantana se emplearon para la preparación de los extractos acuosos crudos. Los especímenes botánicos se obtuvieron de jardines de la ciudad de Lima, Perú. La recolección del material vegetal se realizó en la etapa de floración. Las hojas fueron secadas en estufa a 40°C por 48h, hasta obtener un peso seco constante. Luego las hojas fueron trituradas en un mortero. La preparación de los extractos crudos se realizó con agua embotellada (Cielo®). Se prepararon extractos acuosos crudos al 200000mg PS (Peso Seco)·L⁻¹, en una proporción de 20g por 100 mL de agua embotellada, macerando por 48h para la extracción de los compuestos hidrosolubles (IANNACONE; LAMAS, 2003b). Posteriormente se filtraron a través de un papel filtro (Marca WHATMAN® N°1).

Metomilo: (CAS=16752-77-5). La formulación de polvo soluble (PS) del metomilo (C₅H₁₀N₂O₂S, PM=162,21) empleada fue representativa del mercado Nacional Peruano (LANNATE® 90, Categoría Ib “extremadamente tóxico”) (WHO, 2010). El metomilo, S-methyl N-(methylcarbamoyloxy) tioacetimidato presenta una toxicidad aguda oral en ratas de DL₅₀ = 17mg·Kg⁻¹ y una toxicidad aguda termal de DL₅₀ > 5000mg Kg⁻¹. Es clasificado como altamente tóxico para humanos via exposición oral, moderadamente tóxico por inhalación y ligeramente tóxico via exposición dermal (VAN SCOY et al., 2013). Su punto de ebullición es 79°C, su presión de vapor es 6,65mPa a 25°C y su solubilidad en agua es de 57,9g L⁻¹ a 25°C.

Trichogramma pretiosum, *T. pintoii* y *T. bactrae*

Fueron obtenidas de colonias mantenidas por el Programa Nacional de Control Biológico-Servicio Nacional de Sanidad Agraria (PNCB-SENASA), Ate-Vitarte, Lima, Perú. Las tres especies de Trichogrammatidos fueron cultivadas en el laboratorio con huevos de *Sitotroga cerealella*

(Lepidoptera: Gelechiidae). Las condiciones de temperatura para las tres especies fueron de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ y 12h de fotoperíodo (IANNACONE et al., 2011).

Los ensayos de contacto residual se llevaron a cabo para los adultos de *T. pretiosum*, *T. pinto* y *T. bactrae*. Envases de plástico de 8mL fueron cubiertos con una torunda de algodón, a los que se les agregó 500mL de cada una de las concentraciones acuosas con la ayuda de una pipeta automática y luego con un hisopo se esparcieron homogéneamente sobre la superficie interna del envase. Posteriormente se permitió el secado de los viales a temperatura ambiente durante cuatro h o alternativamente a una temperatura de 40°C en una estufa durante 1h con sus respectivas torundas de algodón. Los experimentos se realizaron con cohortes de adultos con menos de 24h de emergidos y no alimentados antes del bioensayo. Se emplearon individuos machos y hembras al azar, tomados de los frascos de emergencia individuales de adultos de *T. pretiosum*, *T. pinto* y *T. bactrae*. Para cada una de las pruebas se utilizaron 240 individuos, empleando 40 organismos por cada una de las seis concentraciones y 10 por repetición, los cuales se consideraron muertos cuando no se posaron sobre el vial de vidrio durante 10s de observación al microscopio estereoscópico (IANNACONE; LAMAS, 2003a). El tratamiento control consistió en agua embotellada. Se utilizó cuatro repeticiones (1 envase=1 repetición) por tratamiento. Se condujeron ensayos de toxicidad aguda estáticos de residuos en oscuridad. Los envases se mantuvieron en condiciones de cría y oscuridad y se observó la mortalidad a 24h de exposición. Las lecturas se continuaron siempre y cuando la mortalidad en el control no fue mayor al 10% y éstas se corrigieron con la fórmula de Abbott. Este bioensayo siguió lo señalado por IANNACONE; LAMAS (2003a).

| 173 |

Los ensayos de aplicaciones tópicas para los huevos parasitados de *S. cerealella* con los trichogrammatidos se realizaron según lo indicado por Iannacone et al. (2011). Las aplicaciones de los insecticidas y agua embotellada se hicieron usando huevos de *S. cerealella* parasitados por *T. pretiosum*, *T. pinto* y *T. bactrae*, adheridos a pequeños cuadrados de cartulina de 6×6 mm y durante 5s se sumergieron en placas Petri de plástico (CARVALHO et al., 2010). Después de la inmersión, los huevos parasitados se colocaron en papel Tissue® durante 10min y se dejaron secar a temperatura ambiente por 1h. El porcentaje de emergencia de *T. pretiosum*, *T. pinto* y *T. bactrae* se calculó contando el número de huevos adheridos a una cartulina de *S. cerealella*, dividiéndolo entre el número de huevos parasitados (IANNACONE et al., 2011).

Ceraeochrysa cincta y *Chrysoperla asoralis*

Las condiciones de cría para los chrysopidos para la obtención de huevos y larvas de primer estadio siguió lo señalado por Iannacone; Lamas (2002). Para los bioensayos, fueron empleados huevos de menos de 48h y larvas de menos de 24h (HUSSAIN et al., 2012). Para el ensayo de eclosión de huevos, éstos fueron incubados individualmente en pequeños envases de plástico de 8mL de capacidad. Para el ensayo de mortalidad larvaria, las larvas fueron criadas individualmente en envases de plástico de 12mL de capacidad y alimentadas *ad libitum* con huevos de *S. cerealella*, pegados en cartulinas de

5 x 5 mm. Las larvas fueron criadas hasta el primer estadio de desarrollo y se emplearon cohortes de especímenes menores de 24h. Se seleccionó este estadio debido a que en bioensayos ecotoxicológicos previos se vio que era el más susceptible (IANNACONE; LAMAS, 2002).

Ecotoxicidad por inmersión (ensayos de eclosión de huevos)- Se realizaron las aplicaciones en huevos de *C. cincta* y *C. asoralis* por inmersión durante 5s, en las diluciones seleccionadas de metomilo y *L. camara* y en agua embotellada (grupo control). Después de la inmersión, los huevos fueron colocados en papel Tissue® por 10 min para absorber lo restante de las soluciones acuosas y permitir el secado a temperatura ambiente. Se trataron 20 huevos por cada concentración (cinco especímenes por cada una de las cuatro repeticiones). Los huevos fueron individualizados en envases de plástico de 8mL de capacidad. Después de las aplicaciones tópicas, los envases de plástico se mantuvieron en oscuridad bajo condiciones de cría, realizándose las lecturas hasta la eclosión de los huevos (~144 h).

Ecotoxicidad por contacto-residual (ensayos de mortalidad larvaria)- Estos ensayos se llevaron a cabo para las larvas de primer estadio de menos de 24h de *C. cincta* y *C. asoralis*. El metomilo y *L. camara* disuelto en agua destilada se aplicó en envases de plástico (500mL por cada envase de plástico de 12mL de capacidad). En cada envase plástico se esparció homogéneamente en sus paredes y base, con la ayuda de un hisopo de base de madera, 500mL del metomilo o del extracto botánico colocado en su interior y posteriormente se permitió el secado de los envases a temperatura ambiente durante 3 h. En el interior de cada uno de los envases ya secos, se depositó una larva de primer estadio. Se consideró un total de 40 larvas por concentración. Los envases de plástico se mantuvieron en condiciones de cría y oscuridad y se observó la mortalidad a 24h y 48h de exposición. Se consideraron muertas las larvas de *C. cincta* y *C. asoralis* que no realizaron ningún movimiento coordinado en el envase durante 15s de observación al microscopio estereoscópico a 10 x de aumento y verificado con la ayuda de un alfiler entomológico. Las pruebas de sensibilidad se realizaron bajo condiciones de oscuridad, para evitar el efecto de fotólisis.

Tratamiento de datos. Se siguió la clasificación de la IOBC/WPRS (International organisation for Biological Control /West Palaearctic Regional Section) (NASREEN et al., 2005) para la catalogación toxicológica del metomilo y la lantana en cada uno de los controladores biológicos en base a las pruebas de laboratorio de toxicidad de mortalidad. Se empleó las siguientes categorías: 1 = inofensivo (< 50 % de mortalidad). 2 = ligeramente nocivo (50-79% de mortalidad). 3 = moderadamente nocivo (80-89 % de mortalidad). 4 = nocivo (> 90% de mortalidad). Para asignar la categoría tóxica según IOBC/WPRS, se empleó para el metomilo un valor promedio de 1000mg IA·L⁻¹ según dosis recomendada para este producto por el fabricante (DUPONT, 2013) y para la lantana el valor de efecto de control larvario del extracto acuoso sobre *Phthorimaea operculella* de 100000mg PS·L⁻¹ (IANNACONE; LAMAS, 2003b). En todos los casos, la eficacia de los tratamientos (% de efecto) y las repeticiones se evaluó a través de un análisis de varianza (ANDEVA) de dos vías con prueba complementaria de significancia de Tukey. Los datos fueron previamente normalizados (transformación de los datos a raíz cuadrada del arco seno). Las CL(E)_{s₀} se calcularon usando el programa computarizado Probit versión 1,5. Los ajustes en el caso de valores diferentes de cero en el control fueron ajustados mediante la fórmula de Schneider-

Orelli (EHABSOFT, 2012). El modelo de regresión fue verificado usando el estadístico Chi-cuadrado. Se empleó el paquete estadístico SPSS, versión 19 para Windows XP para el cálculo de los estadísticos descriptivos e inferenciales a un nivel de significancia de $p \leq 0,05$.

3 Resultados

El metomilo a 225mg IA L^{-1} produjo mortalidades entre 85% y 95% sobre el primer instar larval de *C. cincta* y *C. asoralis*. En cambio, la lantana al 12500mg PS (Peso Seco)· L^{-1} produjo 65% y 15% de mortalidad para *C. cincta* y para *C. asoralis*, respectivamente (TABLA 1 EN ANEXO). Con relación a estos dos depredadores, el metomilo y la lantana provocaron efectos significativos en la no eclosión de huevos de *C. cincta* y *C. asoralis* a partir de 450 y 225mg IA de metomilo L^{-1} , respectivamente, y a 100000mg PS (Peso Seco)· L^{-1} de lantana para ambas especies (TABLA 1 EN ANEXO). Los valores de $CL(E)_{50}$ para *C. asoralis* y *C. cincta* en relación a la mortalidad larvaria de primer instar y en la no eclosión de huevos fue más sensible al metomilo que *C. cincta*. La mortalidad larvaria de primer instar y en la no eclosión de huevos del neuróptero *C. asoralis* fue más sensible al metomilo y tolerante a la lantana que *C. cincta* (TABLA 1 EN ANEXO).

El metomilo mostró efectos significativos en la supervivencia de adultos de los parasitoides desde 2,88mg IA de metomilo L^{-1} . En relación al efecto en los no emergidos *T. pretiosum* y *T. pintoi* mostraron efectos diferentes al control desde 2,88mg IA de metomilo L^{-1} . Solo *T. bactrae* mostró efectos en la emergencia de adultos desde 72mg de metomilo L^{-1} (TABLA 2 EN ANEXO). La secuencia de mayor a menor toxicidad en términos de $CL(E)_{50}$ en adultos y en no emergidos para el metomilo fue: *T. pretiosum* > *T. bactrae* > *T. pintoi*. Los tres adultos de las especies de *Trichogramma* presentaron más sensibilidad al metomilo que los adultos no emergidos (TABLA 2 EN ANEXO).

Con relación a estos tres parasitoides de *Trichogramma*, el extracto acuoso de la lantana no produjo efectos significativos en la supervivencia de adultos y, solo produjo una disminución significativa en la emergencia de *T. pintoi* y *T. bactrae* (TABLA 3 EN ANEXO). Para las dos especies: *T. pretiosum* y *T. bactrae*, desde 25000mg PS (Peso Seco)· L^{-1} y 50000mg PS (Peso Seco)· L^{-1} del extracto acuoso de lantana se observaron diferencias en el porcentaje de mortalidad de los adultos en comparación con el control.

El metomilo mostró mayores efectos sobre las cinco especies de controladores biológicos en comparación con la lantana. Los tres parasitoides fueron más sensibles que los dos depredadores en la fase adulta al metomilo y a la lantana. La secuencia de mayor a menor toxicidad para el metomilo en base a la $CL(E)_{50}$ fue: adulto de *T. pretiosum* > adulto de *T. bactrae* > adulto de *T. pintoi* > no emergidos de *T. pretiosum* > no emergidos de *T. bactrae* > larva de *C. asoralis* > larva de *C. cincta* > no emergidos de *T. pintoi* > no eclosión de *C. asoralis* > no eclosión de *C. cincta* (TABLAS 1 Y 2). En cambio, la secuencia de mayor a menor toxicidad para la lantana en base a la $CL(E)_{50}$ fue: larva de *C. cincta* > larva de *C. asoralis* > no emergidos de *T. pretiosum* > no emergidos de *T. bactrae* > no eclosión de *C. cincta* > no eclosión de *C. asoralis* > adulto de *T. pretiosum* > adulto de *T. bactrae* > adulto de *T. pintoi* = no emergidos de *T. pretiosum* (TABLAS 1 Y 3 EN ANEXO).

La clasificación de la IOBC/WPRS (NASREEN et al., 2005) para la catalogación toxicológica del metomilo y la lantana sobre los cinco controladores biológicos mostró para la mortalidad de *C. cincta*, *C. asoralis*, *T. pretiosum*, *T. pintoi* y *T. bactrae* que el metomilo resultó ser nocivo (=4) y la lantana para *C. cincta* fue ligeramente nociva (=2) y para los cuatro controladores biológicos restantes la lantana resultó ser inofensiva (=1).

4 Discusión

Las tres especies de adultos parasitoides fueron más sensibles al metomilo que las larvas depredadoras. La secuencia de mayor a menor toxicidad en adultos y en no emergidos para el metomilo fue: *T. pretiosum* > *T. bactrae* > *T. pintoi*. Takada et al. (2001) señalaron una reducción en la emergencia de la avispa adulta *Trichogramma dendrolimi* por acción del metomilo. Samantha et al. (2007) mostraron efectos del metomilo sobre *Trichogramma japonicum*. Se ha observado que el metomilo es altamente tóxico para todos los estados de desarrollo de los parasitoides *Diglyphus intermedius* y *Neochrysocharis diastatae* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoides de la mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) (SCHUSTER, 1994). En el parasitoide *Catolaccus hunteri* (Hymenoptera: Pteromalidae) se ha visto una alta toxicidad al metomilo en comparación a otros cinco insecticidas seleccionados (SCHUSTER; THOMPSON, 2011). En el adulto parasitoide *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae), el metomilo fue considerado extremadamente tóxico (ELZEN et al., 1987). La EPA (2012) cita registros del efecto del metomilo sobre los parasitoides *Trichogramma nubilale* y *T. pretiosum*. Se ha observado una alta sensibilidad a diferentes insecticidas químicos en huevos de *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) parasitados por *T. pretiosum* y tratados por inmersión en soluciones químicas (CARVALHO et al., 2010). En varios insecticidas se ha evaluado el riesgo tóxico sobre *Trichogramma evanescens* y *Trichogramma chilonis* (SATTAR et al., 2011; WANG et al., 2013). Sattar et al. (2011) señalan que los adultos de *T. chilonis* son el estadio de vida más susceptible a los insecticidas en comparación a otros estadios de desarrollo. García-González et al. (2008) realizaron una revisión de los efectos adversos de plaguicidas sobre *Trichogramma* e indicaron que la mortalidad de adultos y la no emergencia de adultos, son dos de los puntos finales de evaluación más empleados al igual que en el presente estudio.

El depredador *C. asoralis* en relación a la mortalidad larvaria de primer instar y en la no eclosión de huevos fue más sensible al metomilo que *C. cincta*. La EPA (2012) no cita registros del efecto del metomilo sobre los insectos depredadores.

Cereaochrysa cincta fue ligeramente más sensible a la lantana que *C. asoralis* en relación a la mortalidad larvaria del primer instar y a la no eclosión de huevos. Para las dos especies: *T. pretiosum* y *T. bactrae*, desde 25000 y 50000 mg PS (Peso Seco)·L⁻¹ del extracto acuoso de lantana se observaron diferencias en el porcentaje de mortalidad de los adultos en comparación con el control. Las larvas depredadoras fueron más sensibles que los adultos parasitoides a la lantana. La lantana es citada como una de las plantas subtropicales y tropicales de América con gran

cantidad de propiedades medicinales (HUSSAIN et al., 2001; KALITA et al., 2012; SAXENA et al., 2012). El género *Lantana* presenta cerca de 150 especies de plantas perennes con flores, popularmente empleadas como estimulante, antibacteriana, maleza, tóxica para el ganado, control biológico y ornamental, principalmente en las hojas (MATIENZO et al., 2003; ROMEU et al., 2004; NAGUMANTHRI et al., 2012). Los extractos de las hojas del arbusto leñoso perenne *L. camara* presentan propiedades insecticidas y nematicidas (MATIENZO et al., 2003). Se han identificado en las hojas muchos ingredientes activos como triterpenos, esteroides y flavonoides, cerca de 25 sustancias componentes, siendo los principales constituyentes el biclogermacrene, b-cariophylene, germacrene y valecene (SOUSA et al., 2012). Se han registrado efectos insecticidas de la lantana sobre los parámetros de calidad de *Sitophilus zeamais*, *Plutella xylostella*, *Brevicoryne brassicae*, *Hellula undalis* y *Aedes aegypti* (OGENDO et al., 2004; DUA; DASH, 2010; REMIA; LOGASWAMY, 2010; BAIDOO & ADAM, 2012; MURUGESAN et al., 2012). Se ha observado alta sensibilidad tóxica de los crisópidos a otros productos botánicos como la azadiractina (MEDINA et al., 2004) y a otros insecticidas sintéticos (CORDEIRO et al., 2010; NADEEM et al., 2011). Nuestros resultados, con relación al efecto del bioinsecticida lantana sobre crisópidos, coinciden con Cordeiro et al. (2010) quienes señalan que los bioinsecticidas botánicos sobre crisópidos deben también ser evaluados para su riesgo ambiental.

El empleo en conjunto del metomilo o del extracto botánico como la lantana, con los depredadores como *C. cincta* y *C. asoralis*, y los parasitoides *T. pretiosum*, *T. pintoii* y *T. bactrae*, componentes del control biológico requieren ser evaluados mediante bioensayos ecotoxicológicos de campo para determinar sus posibles efectos colaterales y negativos. Otros plaguicidas sintéticos y botánicos de amplio uso en diferentes sistemas agrícolas para el control de plagas del Perú requieren una evaluación integrada con otros agentes biológicos (LEYVA et al., 2011).

Referencias

AHMED, S.; RASOOL, M.R. & RAUF, I.I. Comparative efficacy of some insecticides against *Helicoverpa armigera* Hub. and *Spodoptera spp.* on tobacco. *International Journal of Agriculture & Biology*, v.6, p. 93-95, 2004.

ALDAMA, R.G. *Lantana camara* insecticida natural. *Hypalia-Revista de Divulgación Científica – Tecnológica del Estado de Morelos*. Disponible en: <http://index2.php?option=com_content_pdf=1&id=81>. Leído el: 15 de octubre del 2011.

ALY, M.Z.Y.; SOLIMAN, M.M.M.; MOHAMED, E.E.E.; DAHI, H.F.; SALEM, S.A.R. Assessments the toxic effects of entomopathogenic bacterium, *Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki*, and methomyl insecticide on larval of the greater sugarcane borer; *Sesamia cretica* (Lederer). *Egyptian Academia Journal of Biological Sciences*. v.3, p. 1-9, 2011.

BAIDOO, P.K.; ADAM, J.I. The effect of extracts of *Lantana camara* (L.) and *Azadirachta indica* (Juss.) on the population dynamics of *Plutella xylostella*, *Brevicoryne brassicae* and *Hellula undalis* on cabbage. *Sustainable Agriculture Research*, v.1, p. 229-233, 2012.

BAKOULIA, P.; KARADIMA, C.; ROUVALIS, A.; ILIOPOULOU-GEORGUDAKI, J. Acute toxicity evaluation of an insecticide used in potato cultures with the use of bioassays. *Fresenius Environmental Research*, v.17, p.1002-1006, 2008.

BAUTISTA-REDONDA, E.; SANDOVAL, I.S.; BERMEJO, F.C.; RIOS, A.D.A. Evaluación de la actividad antimicrobiana de *Lantana camara* y *Ageratina arseni*. *Revista de Fitoterapia*, v.6, p. 96, 2006.

BORTOLI, S.A.; DE MURATA, A.T.; NARCISO, R.S.; DE BRITO, C.H. The nutritional aspects of *Ceraeochrysa cincta* Schneider, 1851 (Neuroptera: Chrysopidae) and different preys. *Revista de Agricultura Piracicaba*, v.80, p.1-11, 2005.

BRUN, L.O.; CHAZEAU, J.; EDGE, V.E. Toxicity of four insecticides to *Phytoseiulus macropilis* (Banks) and *P. persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseidae). *Journal of Australian Entomology Society*, v.22, p. 303-305, 1983.

BUCHORI, D.; MEILIN, A.; HIDAYAT, P.; SAHARI, B. Species distribution of *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea* genus (Trichogrammatoidea: Hymenoptera) in Java. *Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, v.16, p.83-96, 2010.

CARRILLO-ROSARIO, T.; DÍAZ DE RAMIREZ, A. Actividad antimalárica de extractos acuosos de *Lantana camara* L., *Verbena littoralis* L. y *Heliothropium indicum* L. en ratones infectados con *Plasmodium berghei*. *Revista de la Facultad de Farmacia*, v.48, p.14-20, 2006.

| 178 | CARVALHO, G.A.; GODOY, M.S.; PARREIRA, D.S.; REZENDE, D.T. Effect of chemical insecticides used in tomato crops on immature *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Revista Colombiana de Entomología*, v.36, p.10-15. 2010.

CORDEIRO, E.M.; CORRÉA, A.S.; VENZON, M.; GUEDES, R.N. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. *Chemosphere*, v.81, p. 1352-1357, 2010.

DUA, V.K.; PANDEY, A.C.; DASH, A.P. Adulticidal activity of essential oil of *Lantana camara* leaves against mosquitoes. *Indian Journal of Medical Research*, v.131, p.434-439, 2010.

DUPONT. Lannate®. Ficha Técnica. Disponible en: <http://www.agrosoluciones.dupont.com/esp/ficha_tecnica.php?producto=42>. Leído el: 10 de agosto del 2013. 2013.

EHABSOFT. Schneider-Orelli's formula. En: <http://www.ehabsoft.com/cgi-bin/SchneiderOrelli>. cgi leído el 10 de octubre del 2012.

EL-AW, M.A.M.; DRAZ, K.A.A.; HASHEM, A.G.; EL-GENDY, I.R. Mortality comparison among spinosad-, Actara-, Malathion-, and Methomyl-containing baits against peach fruit fly, *Bactrocera zonata* Saunders (Diptera: Tephritidae) under laboratory conditions. *Journal of Applied Sciences Research*, v.4, p. 216-223, 2008.

ELZEN, G.W.; WILLIAMS, H.J.; VINSON, S.B.; POWELL, J.E. Comparative flight behavior of parasitoids *Campoletis sonorensis* and *Microplitis croceipes*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*,

v.45, p. 175-180, 1987.

ESPAÑA-LUNA, M.P.; ALVARADO-GÓMEZ, O.G.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A.; FAVELA-LARA, S.; LOZANO-GUTIERREZ, J.; GARCÍA-GONZÁLEZ, F. Diferenciación genética de especies crípticas de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Folia Entomologia Mexicana*, v.45, p. 283-290, 2006.

EPA. Disponible en: <<http://www.epa.gov/oppfead1/endanger/litstatus/effects/redleg-frog/2012/methomyl/appendix-i.pdf>>. Leído el: 10 de octubre del 2012.

FARRÉ, M.; FERNÁNDEZ, J.; PAEZ, M.; GRANADA, L.; BARBA, L.; GUTIERREZ, H.M.; PULGARÍN, C.; BARCELÓ, D. Analysis and toxicity of methomyl and ametryn after biodegradation. *Analysis and Bioanalysis Chemical*, v.373, p. 704-709, 2002.

GARCÍA-GONZÁLEZ, F.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A.; ESPAÑA-LUNA, M.P. Especies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) presentes en centros de reproductores e México. *Acta Zoológica Mexicana*, v.21, p.125-135, 2005.

GARCÍA-GONZÁLEZ, F.; RAMIREZ-GÓMEZ, M.; PINTO, V.M. & RAMÍREZ, A. Efectos adversos de plaguicidas en *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, v.7, p.177-186, 2008.

GHUISABERTI, E.L. *Lantana camara* L. (Verbenaceae). *Fitoterapia*, v.71, p.467-486, 2000.

GONZÁLEZ, O.E.V.; REGUILLÓN, C. A new species of *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae) from Argentina. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*, v.61, p.47-50, 2002.

GONZÁLEZ, O.E.V.; LANATI, S.J.; HEREDIA, J.F. Morfología y datos biológicos de los estados preimaginales de *Chrysoperla asoralis* (Neuroptera: Chrysopidae). *Acta Zoológica Lilloana*, v.53, p.21-28, 2009.

GONZÁLEZ-ZAMORA, J.E.; LEIRA, D.; BELLIDO, M.J.; AVILLA, C. Evaluation of the effect of different insecticides on the survival and capacity of *Eretmocerus mundus* Mercet to control *Bemisia tabaci* (Gennadius) populations. *Crop Protection*, v.23, p.611-618, 2004.

GRILLI, G.; GALETTO, L. Remoción de frutos de una especie invasora (*Lantana camara* L.) en el Bosque Chaqueño de Córdoba (Argentina). *Ecología Austral*, v.19, p.149-156, 2009.

HUSSAIN, H.; HUSSAIN, J.; AL-HARRASI, A.; SHINWARI, Z.K. Chemistry of some species genus *Lantana*. *Pakistan Journal of Botanic*, v.43, p.51-62, 2001.

HUSSAIN, D.; ALI, A.; TARIQ, R.; MUSHTAQ-UL-HASSAN, M.; SALEEM, M. Comparative toxicity of some new chemistry insecticides on *Chrysoperla carnea* (Stephens) under laboratory conditions. *Journal of Agriculture Research*, v.50, p.509-515, 2012.

IANNACONE, J.; LAMAS, G. Efecto de dos extractos botánicos y de un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*,

v.65, p.92-101, 2002.

IANNACONE, J.; LAMAS, G. Efectos toxicológicos de extractos de molle (*Schinus molle*) y lantana (*Lantana camara*) sobre *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), *Trichogramma pinto* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Agricultura Técnica (Chile)*, v.63, p.347-360, 2003a.

IANNACONE, J.; LAMAS, G. Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú. *Entomotrópica*, v.18, p. 95-105, 2003b.

IANNACONE, J.; ALVARIÑO, L. Efecto ecotoxicológico del metomilo en *Corydoras* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Callichthyidae) y su caracterización leucocitaria. *Ecología Aplicada*, v.7, p. 2-9, 2008.

IANNACONE, J.; ALVARIÑO, L.; PAREDES, C. Evaluación del riesgo ambiental del arseniato de plomo en bioensayos con ocho organismos no destinatarios. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*. v.4, p.73-82. 2009.

IANNACONE, J.; ALVARIÑO, L. Toxicidad de *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) a cuatro controladores biológicos de plagas agrícolas en el Perú. *Acta Zoológica Mexicana*. v.26, p. 603-615. 2010.

IANNACONE, J.; ALVARIÑO, L.; PAREDES, C.; ALAYO, M.; MAMANI, N.; BONIFACIO, J.; MARIANO, M.; MIGLIO, M.C. Evaluación del riesgo ambiental de carbofurano en bioensayos con organismos no blanco. *Acta Toxicológica Argentina*. v.19, p.19-31. 2011.

KALITA, S.; KUMAR, G.; KARTHIK, L.; RAO, V.B. A review on medicinal properties of *Lantana camara* Linn. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, v.5, p. 711-715. 2012.

LEYVA, O.E.; VILLALÓN, E.M.; ÁVILA, R.A.; BULET, D.B. Susceptibilidad de *Chrysopa exterior* Navás a *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Cepa LBB-1 en condiciones de laboratorio. *Fitosanidad*, v.15, p. 51-57, 2011.

LÓPEZ, R.; QUESADA, M. 1997. Reproducción de *Meloidogyne incognita* en varias malezas presentes en Costa Rica. *Agronomía Mesosamericana*, v.8, p.112-115, 1997.

LÓPEZ, A. J. A.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. Intermittent oviposition and remating in *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). *Annals of the Entomological Society of America*, v.92, p.587-593, 1999.

MAGURESAN, S.; RAJESHKANNAN, C.; SURESH BABU, D.; SUMATHI, R.; MANIVACHAKAM, P. Identification of insecticidal properties in common weed –*Lantana camara* Linn. by gas chromatography and mass spectrum (GC-MS-MS). *Advances in Applied Sciences Research*, v.3, p.2754-2799, 2012.

MATIENZO, Y.; RAMOS, B.; RIJO, E. 2003. Revisión bibliográfica sobre *Lantana camara* L. una amenaza para la ganadería. *Fitosanidad*, v.7, p.45-55, 2003.

MEDINA, P.; BUDIA, F.; DEL ESTAL, P.; VIÑUELA, E. Influence of azadirachtin, a botanical insecticide, on *Chrysoperla carnea* (Stephens) reproduction: toxicity and ultrastructural approach. *Journal of Economic Entomology*, v. 97, p.43-50, 2004.

NADEEM, M.K.; NADEEM, S.; AHMED, S.; ASHFAQ, M.; AHMAD, S.F. Comparative survival of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) in cotton with and without insecticides under field conditions. *Pakistan Entomologist*, v.33, p.93-95, 2011.

NASREEN, A.; MUSTAFA, G.; ASHFAQ, M. Mortality of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) after exposure to some insecticides; laboratory studies. *South Pacific Studies*, v.26, p.1-6, 2005.

NAPÁN, K.; LLANOS, C.; PAREDES, C. Toxicidad aguda de metomilo en *Poecilia latipinna* (Lesueur 1821) (Poeciliidae). *The Biologist (Lima)*, v.8, p. 21-28, 2010.

NAGUMANTHRI, V.; RAHIMAN, S.; AHMAD-TANTRY, B.; NISSANKARARAO, P.; PHANI-KUMAR, M. *In vitro* antimicrobial activity of *Acacia nilotica*, *Ziziphus mauritiana*, *Bauhinia variegata* and *Lantana camara* against some clinical isolated strains. *Iranian Journal of Science & Technology*, v.A2, p.213-217, 2012.

OGENDO, J.O.; DENG, A.L.; BELMAIN, S.R.; WALKER, D.J.; MUSANDU, A.A.O. Effect of insecticidal plant materials, *Lantana camara* L. and *Tephrosia vogelii* Hok, on the quality parameters of stored maize grains. *The journal of Food Technology in Africa*, v.9, p.29-36, 2004.

PÉREZ-PACHECO, R.; RODRÍGUEZ, H.C.; LARA, R.J.; MONTES, B.R.; RAMÍREZ, V.G. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), v.20, p.141-152, 2004.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; ZANOTTI, L.C.M.; DA SILVA, A.F. Biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym.; Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Niperia panacea* (Lep.: Geometridae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.48, p.7-13, 2005.

REMI, K.M.; LOGASWAMY, S. Larvicidal efficacy of leaf extract of two botanicals against the mosquito vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Indian Journal of Natural products and Resources*, v.1, p. 208-212, 2010.

RAMÍREZ, D.M.; LÓPEZ, A.I.; GONZÁLEZ, H.A.; BADI, Z.M.H. Rasgos biológicos y poblacionales del depredador *Ceraeochrysa* sp. nr. *cincta* (México) (Neuroptera: Chrysopidae). *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.), v.23, p. 79-95, 2007.

ROMEY, C.; PINO, J.; MARTI, M.P. Algunas consideraciones acerca de la composición química del aceite de *Lantana camara* L. presente en Cuba. *Fitosanidad*, v.8, p.59-63, 2004.

SAMANTA, A.; CHAKRABORTY, K.; SOMCHOUDHURY, A.K.; JANA, S.K. Persistent toxicity of different insecticides to *Trichogramma* and *Bracon* on guava leaves. *Pesticide Research Journal*,

v.19, p.59-62, 2007.

SATTAR, S.; ULLAH, F.; SALJOQI, A.R.; ARIF, M. SATTAR, H.; QAZI, J. I. Toxicity of some new insecticides against *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and extended laboratory conditions. *Pakistan Journal of Zoology*, v.43, p.1117-1125, 2011.

SAXENA, M.; SAXENA, J.; KHARE, S. A brief review on: Therapeutical values of *Lantana camara* plants. *International Journal of Pharmacy & Life Sciences*, v.3, p.1551-1554, 2012.

SCHUSTER, D.J. Life-stage specific toxicity of insecticides to parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). *International Journal of Pest Management*, v.40, p.191-194, 1994.

SCHUSTER, J.S.D.; THOMPSON, S. Toxicity of selected insecticides to *Catolaccus hunteri* (Hymenoptera: Pteromalidae) in the laboratory. *Florida Entomologist*, v.94, p.1078-1080, 2011.

SENASA. *Compendio de plaguicidas agrícolas y sustancias afines registrados en el Servicio Nacional de Sanidad Agraria*. Presidencia de la República. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 1995.

SENASA. *Resolución Directoral 0020-2013-AG-SENASA-DIAIA*. Anexo 1: Lista de plaguicidas agrícolas con registro vigente al 31 de diciembre de 2012. 7 de febrero del 2013. 2013.

SOUZA, E.O.; ALMEIDA, T.S.; MENÉZES, I.R.A.; RODRÍGUES, F.F.G.; CAMPOS, A.R.; LIMA, S.G.; DA COSTA, J.G.M. Chemical composition of essential oil of *Lantana camara* L. (Verbenaceae) and synergistic effect of the aminoglycosides gentamicin and amikacin. *Records of natural products*, v.6, p.144-150, 2012.

TAKADA, Y.; KAWAMURA, S.; TANAKA, T. Effects of various insecticides on the development of the eggs parasitoid *Trichogramma dendrolini* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Economic Entomology*, v.94, p.1340-1343, 2001.

TAUBER, C.A.; DE LEÓN, C.A.T. Systematics of green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae): larvae of *Ceraeochrysa* from Mexico. *Annales of Entomological Society of America*, v.94, p.197-209, 2001.

VAN SCOY, A.R.; YUE, M.; DENG, Y.; TJEERDEMA, R.S. Environmental fate and Toxicology of methomyl. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, v.222, p.93-109, 2013.

VIRGALA, M.B.R.; BOTTO, E.N. Estudios biológicos de *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoide de huevos de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, v.39, p.612-617, 2010.

WANG, Y.; WU, C.; CANG, T.; YANG, L.; YU, W.; ZHAO, X.; WANG, Q.; CAL, L. Toxicity risk of insecticides to the insect egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pesticide Management Science*, DOI: 10.1002/ps.3571, 2013.

WHO (World Health Organization). *The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification*: 2009. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, Germany. 2010.

ANEXO

Tabla 1 - Toxicidad del metomilo y lantana sobre la mortalidad de larvas de primer instar (%) a 24h de exposición y de no eclosión de huevos (%) a 144h de exposición de *Ceraeochrysa cincta* y de *Chrysoperla asoralis*.

mg IA L ⁻¹ metomilo	<i>Ceraeochrysa</i> <i>cincta</i> larvas mortalidad	<i>Chrysoperla</i> <i>asoralis</i> larvas mortalidad	<i>Ceraeochrysa</i> <i>cincta</i> huevos no eclosión	<i>Chrysoperla</i> <i>asoralis</i> huevos no eclosión	mg PS L ⁻¹ lantana	<i>Ceraeochrysa</i> <i>cincta</i> larvas mortalidad	<i>Chrysoperla</i> <i>asoralis</i> larvas mortalidad	<i>Ceraeochrysa</i> <i>cincta</i> huevos no eclosión	<i>Chrysoperla</i> <i>asoralis</i> Huevos no eclosión
Control	0a	0a	0a	0a	Control	0a	0a	0a	0a
225	85b	95b	6,14a	21,13b	12500	65b	15ab	3,41a	3,40a
450	97,5bc	97,5b	15,53b	21,13b	25000	77,5bc	35bc	12,76a	9,43a
900	100c	100b	18,66b	30,23b	50000	82,5c	37,5cd	9,65a	15,47ab
1800	100c	100b	24,91bc	39,33c	100000	80bc	50d	28,34b	18,49b
3600	100c	100b	40,56c	45,40c	200000	82,5c	60d	31,46b	25,55b
CL(E) ₅₀	110,35	33,22	7163	5384		5100	100400	538700	1000000
CL(E) ₅₀ inferior	40,42	0,019	3510	2320		1000	75000	240000	332500
CL(E) ₅₀ superior	155,26	91,75	>10000	ND		38100	150400	2275000	>2000000
X ² de regresión	0,19	1,05	0,73	0,54		4,56	3,62	2,21	0,37

Letras minúsculas iguales en una misma columna indican que los promedios son estadísticamente iguales ($P < 0,05$). ND = No determinado. PS = peso seco. IA = Ingrediente activo.

Tabla 2 - Toxicidad del metomilo sobre la mortalidad de adultos (%) a 24h de exposición y de no emergencia de adultos (%) a 144h de exposición de *Trichogramma pretiosum*, *Trichogrammatodea bactrae* y *Trichogramma pintoi*.

mg IA L ⁻¹	<i>T. pretiosum</i> adulto	<i>T. bactrae</i> adulto	<i>T. pintoi</i> adulto	<i>T. pretiosum</i> no emergidos	<i>T. bactrae</i> no emergidos	<i>T. pintoi</i> no emergidos
Control	0a	0a	0a	0a	0a	0a
2,88	95b	92,5b	88,89b	68,11b	4,58a	9,59a
14,4	97,5b	97,5b	94,44bc	86,22c	6,47a	46,60b
72	100b	100b	100c	91,08c	93,40b	51,76b
360	100b	100b	100c	100c	100b	50,55bc
1800	100b	100b	100c	99,43c	100b	64,20c
CL(E) ₅₀	0,034	0,11	0,17	0,74	28,16	163
CL(E) ₅₀ inferior	0,001	0,01	0,002	0,13	ND	ND
CL(E) ₅₀ superior	0,36	0,58	0,69	1,88	ND	ND
X ² de regresión	1,05	0,62	1,98	2,85	7,70	7,80

Letras minúsculas iguales en una misma columna indican que los promedios son estadísticamente iguales ($P < 0,05$). ND = No determinado. IA = Ingrediente activo.

Tabla 3 - Toxicidad de la lantana sobre la mortalidad de adultos (%) a 24h de exposición y de no emergencia de adultos (%) a 144h de exposición de *Trichogramma pretiosum*, *Trichogrammatodea bactrae* y *Trichogramma pintoi*.

mg PS L ⁻¹ lantana	<i>T. pretiosum</i> adulto	<i>T. bactrae</i> adulto	<i>T. pintoi</i> adulto	<i>T. pretiosum</i> no emergidos	<i>T. bactrae</i> no emergidos	<i>T. pintoi</i> no emergidos
Control	0a	0a	0a	0a	0a	0a
12500	8ab	5a	0a	0a	0a	15,10b
25000	12b	7,5ab	0a	0a	0a	39,24c
50000	12b	12b	0a	0a	0a	40,16c
100000	16b	16b	0a	0a	15,9b	44,75c
200000	20b	20b	0a	2,1a	14,6b	46,43c
CL(E) ₅₀	>200000	258000	ND	ND	2018000	1924000
CL(E) ₅₀ inferior	ND	72150	ND	ND	682000	582000
CL(E) ₅₀ superior	ND	ND	ND	ND	ND	ND
X ² de regresión	0,36	0,37	ND	ND	0,01	3,44

Letras minúsculas iguales en una misma columna indican que los promedios son estadísticamente iguales ($P < 0,05$). ND = No determinado. PS = peso seco.