



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**DETERMINACIÓN DE LA DL_{50} DE UNA FORMULACIÓN DE TRIAZAMATO –
ALFACIPERMETRINA SOBRE *Hippodamia convergens* (Guérin)
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EN LABORATORIO**

MACARENA SOLANGE SCHIESS ESPINOZA

SANTIAGO-CHILE

2006

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

DETERMINACIÓN DE LA DL₅₀ DE UNA FORMULACIÓN DE TRIAZAMATO –
ALFACIPERMETRINA SOBRE *Hippodamia convergens* (Guérin)
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EN LABORATORIO

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Sanidad Vegetal

MACARENA SOLANGE SCHIESS ESPINOZA

Profesores Guías:	Calificaciones
Sr. Jaime E. Araya C. Ing. Agrónomo., MS, Ph.D.	6,5
Sra. M. Angélica Guerrero S. Prof. Biología	6,8
Profesores Colaboradores:	
Sr. Luis A. Sazo R. Ing. Agrónomo	6,7
Sr. Tomislav Curkovic S. Ing. Agrónomo Ph.D.	6,5

SANTIAGO-CHILE

2006

Para Agustín.....

Agradezco a todos aquellos que colaboraron en la realización de esta tesis, principalmente a mi amado Ariel quien con su paciencia y amor estuvo presente en forma incondicional. A mis padres quienes con su sabiduría, apoyo y amor me hicieron sentir segura para dar este paso. A mis hermanas que siempre estuvieron ahí cuando las necesité y por alentarme a cada momento. A mi abuelita quien también me dio todo su apoyo y colaboración. A mis queridas amigas quienes fueron muy importantes en su apoyo, ayuda y compañía. Y por su puesto a Jaime Araya y María Angélica Guerrero quienes me entregaron su conocimiento, paciencia y dedicación.

ÍNDICE

RESUMEN	1
Palabras clave	2
SUMMARY	3
Key words	4
INTRODUCCIÓN	5
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
Importancia de los depredadores como enemigos naturales	7
Importancia de los coccinélidos como enemigos naturales y sus hábitos alimentarios	7
Características de <i>Hippodamia convergens</i>	8
Susceptibilidad de los coccinélidos a los plaguicidas	9
Importancia de <i>Aphis craccivora</i> como plaga en cultivos	12
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Materiales	14
Crianzas	14
Materiales para el estudio	14
Métodos	15
Colecta y Crianza de Insectos	16
Bioensayo	16
Diseño y análisis estadístico	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
Metodología de crianza	18
Resultados de los Bioensayos	20
Tratamientos sobre adultos	21
Tratamientos sobre huevos	24
Tratamientos sobre larvas	26
Tratamientos sobre pupas	29
Tratamientos sobre áfidos	31

CONCLUSIONES	34
LITERATURA CITADA	35
APÉNDICE	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Categorías de toxicidad y valoración de la selectividad de plaguicidas según la OILB.	12
Cuadro 2. Parámetros de los análisis Probit para cada estado de desarrollo de <i>H. convergens</i> y <i>A. craccivora</i> .	21
Cuadro 3. Mortalidad total para adultos de <i>H. convergens</i> (número y porcentaje) a las 24 y 48 horas después de la aplicación de distintas dosis del producto.	23
Cuadro 4. Mortalidad total para huevos de <i>H. convergens</i> (número y porcentaje) a las 24 y 48 horas después de la aplicación de distintas dosis del producto.	25
Cuadro 5. Mortalidad total para larvas de <i>H. convergens</i> (número y porcentaje) a las 24 y 48 horas después de la aplicación de distintas dosis del producto.	28
Cuadro 6. Mortalidad total para pupas de <i>H. convergens</i> (número y porcentaje) a las 24 y 48 horas después de la aplicación de distintas dosis del producto.	30
Cuadro 7. Mortalidad total para adultos de <i>H. convergens</i> (número y porcentaje) a las 24 y 48 horas después de la aplicación de distintas dosis del producto.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la secuencia de evaluación de la OILB de la susceptibilidad de organismos beneficiosos a productos fitosanitarios.	11
Figura 2. Hembras ápteras de <i>Aphis craccivora</i> .	13
Figura 3. Jaulas de crianza para <i>H. convergens</i> y áfidos (Cilindros de acetato cubiertos con una malla).	15
Figura 4. Sistema individual de crianza de larvas en cápsulas de gelatina.	19
Figura 5. Regresión de logaritmo de la dosis vs. Probit del porcentaje de mortalidad en adultos de <i>H. convergens</i>	24
Figura 6. Regresión de logaritmo de la dosis vs. Probit del porcentaje de mortalidad en huevos de <i>H. convergens</i> .	26
Figura 7. Regresión de logaritmo de la dosis vs. Probit del porcentaje de mortalidad en larvas de <i>H. convergens</i> .	29
Figura 8. Regresión de logaritmo de la dosis vs. probit del porcentaje de mortalidad en pupas de <i>H. convergens</i> .	31
Figura 9. Regresión de logaritmo de la dosis vs. probit del porcentaje de mortalidad en <i>A. craccivora</i>	33

RESUMEN

Se evaluó en laboratorio la toxicidad del insecticida Strike (triazamato 120 g/L + alfacipermetrina 38,4 g/L) sobre *Hippodamia convergens* (Guérin) y su presa, el áfido *Aphis craccivora* (Koch). El insecticida se aplicó en dosis comercial máxima 400mL/ha y al 50, 25, 15, 10, 5 y 1% de la dosis comercial, mediante una torre Potter ST-4, asperjando la solución insecticida sobre cada estado de desarrollo de *H. convergens* y *A. craccivora*. Las evaluaciones de mortalidad de cada estado de desarrollo de *H. convergens* y de los áfidos se hicieron a las 24 y 48 h de la aplicación. Los resultados se corrigieron aplicando la fórmula de Abbott y se ajustaron a un modelo Probit para determinar la DL₅₀ para cada estado de desarrollo del coccinélido y el áfido.

Se obtuvieron adultos de *H. convergens* y *A. craccivora* de un cultivo de alfalfa, *Medicago sativa* L., en La Pintana, Santiago, Chile, los que se criaron en laboratorio para obtener los estados de desarrollo requeridos. Los coccinélidos y áfidos se criaron sobre plantas de haba en macetas cubiertas por cilindros de acetato con tul en su extremo superior.

La dosis comercial de la formulación fue moderadamente tóxica para los adultos, pupas y huevos de *H. convergens*, pero fue tóxica para el áfido *A. craccivora* y las larvas del depredador.

Las DL₅₀ estimadas para adultos, huevos, larvas y pupas de *H. convergens* fueron 0,405; 341,2; 0,163 y 1,057 mL/L, respectivamente. La DL₅₀ para *A. craccivora* fue 0,013 mL/L.

Con la menor dosis evaluada (1% de la dosis comercial recomendada) se obtuvo 93% de mortalidad del áfido, lo que indica que dosis bajas son suficientes para controlar a esta plaga por aspersión directa. Por ello, se debería estudiar una posible reducción de

la dosis comercial, siempre que ello satisfaga los criterios de control, lo que se estima tendría resultados positivos en el manejo integrado de *A. craccivora* y posiblemente de otros áfidos, pues el plaguicida aún controlaría a la plaga y tendría menores efectos negativos sobre *H. convergens*.

Palabras clave

Alfacipermetrina

Aphis craccivora

Hippodamia convergens

Toxicidad

DL₅₀

Triazamato

SUMMARY

The toxicity of Strike, an insecticida formulation containing 120 g triazamate/L + 38.4 g alphacypermethrin/L, was evaluated onto *Hippodamia convergens* (Guérin) and its prey, the aphid *Aphis craccivora* (Koch). The insecticide was applied at 400 mL/ha, the maximum commercial dosage and at 50, 25, 15, 10, 5, and 1% of the commercial dosage, in an ST-4 Potter tower. Evaluation of mortality for all development stages of *H. convergens* and the aphids were done at 24 and 48 h from application. Results were corrected with Abbott's formula, and were adjusted to a Probit model to determine the LD₅₀ for each stage of the coccinellid and the aphid.

Adult *H. convergens* and *A. craccivora* were collected at an alfalfa, *Medicago sativa* L., crop in La Pintana, Santiago, Chile, which were reared in the laboratory to obtain the required development stages. The coccinellids and aphids were reared on potted faba bean plants covered with acetate cylinders capped with a fine cloth.

The commercial dosage of the formulation was moderately toxic to the adults, pupae, and eggs of *H. convergens*, but toxic to the aphid *A. craccivora* and the larvae of the predator.

The LD₅₀ estimated for adults, eggs, larvae, and pupas of *H. convergens* were 0.405, 341.2, 0.163, and 1.057 mL/L, respectively. The LD₅₀ for *A. craccivora* was 0.013 mL/L.

The smallest dosage evaluated (1% of the maximum commercial dosage recommended) caused 93% aphid mortality, which indicates that small dosages are sufficient to control this pest by direct spray. Thus, a possible reduction of the commercial dosage should be studied, satisfying the needs of control, which it is estimated that would have positive effects in integrated management of *A. craccivora*

and possibly other aphids, as the pesticide would still control the pest and would have lesser negative effects on *H. convergens*.

Key words

Alphacypermethrin

Aphis craccivora

Hippodamia convergens

Toxicity

LD₅₀

Triazamate

INTRODUCCIÓN

Las chinitas (Coleoptera: Coccinellidae) son uno de los enemigos naturales más visibles y conocidos de muchos insectos plaga (IICA, 2003). Se han encontrado 4000 especies en el mundo (Fleming, 2000).

La mayoría de los coccinélidos (adultos y larvas) son benéficos y se alimentan principalmente de ácaros, áfidos y otros insectos en sus diversos estados de desarrollo contribuyendo al control natural y biológico de plagas. Si sus presas convencionales son escasas, los adultos y larvas de los coccinélidos se alimentan de huevos de polillas y escarabajos, ácaros, trips y otros artrópodos pequeños, así como de polen y néctar, y también pueden ser caníbales (Hodek, 1973).

Muchos coccinélidos son de color rojo, anaranjado o amarillo, con manchas negras. Otros son negros con manchas rojas. Los adultos son pequeños, ovalados y en forma de domo. El pronoto tiene diseño y colores específicos que ayudan a identificar las especies. Sus larvas son campodeiformes (Hodek, 1973).

Hippodamia convergens (Guérin) es uno de los coccinélidos mejor conocidos en América. Es la especie más distribuida del género, y probablemente la más abundante de la familia, en especial en EE.UU. (Chapin, 1946), donde se la ha considerado un depredador importante de pulgones (Hagen, 1962; De Bach, 1987; Davison y Lyon, 1992). En México, Gibson y Carrillo (1959) la mencionan como la especie más valiosa entre los coccinélidos depredadores de pulgones. En Argentina, Cichón *et al* (1996) la describen como un importante depredador de áfidos. En Chile ha sido determinada por Prado (1991) y Artigas (1994) como depredadora de diversas especies de pulgones. Según Durán y Cortés (1941), la especie fue introducida en 1903 por Teodoro Schneider en forma particular junto con otro coccinélido, y posteriormente se han hecho más introducciones de la especie (Aguilera, 1970). Aguilera *et al* (1981) la mencionan en

varias regiones del norte del país y también en Valdivia, su presencia correspondería a migraciones naturales desde Argentina.

Rebolledo *et al* (2002) indican que *H. convergens* es una especie frecuente en la Región Metropolitana, presente también en la V Región y en toda la IX Región, su mayor abundancia relativa ocurre a mediados y fines de verano. Estos autores señalan también a la localidad de Puyehue en la X Región como el registro más austral de la especie en Chile.

El método de control de plagas más ampliamente usado en el mundo utiliza insecticidas, muchas veces como la única forma para suprimir los problemas causados por insectos que afectan económicamente a un cultivo (Aguilera, 1989).

Algunos de los insecticidas utilizados para el control de áfidos son pirimicarb, imidacloprid, spinosad, lambda-cihalothrina, malathion, methomyl, phosmet (UC IPM, 2004). Sin embargo, el uso de insecticidas convencionales afecta a los enemigos naturales y sus poblaciones.

Hoy existen en el mercado productos que consisten en mezclas de insecticidas para el control de áfidos, como la de triazamato y alfacipermetrina (carbamoil triazol y piretroide, respectivamente), que se comercializa como Strike® 158,4 EW. Este producto actúa por contacto y tiene acción translaminar y sistémica por parte de triazamato, alcanzando desde el follaje todos los puntos de crecimiento vía floema. Además es selectivo y de acción rápida. Se recomienda para el control de langostinos, cuncunillas, pilmes y pulgones, incluso aquellos que han desarrollado resistencia a otros insecticidas (AFIPA, 2002-2003; BASF Chile, 2004).

El objetivo de esta memoria fue determinar en laboratorio la DL_{50} de la formulación comercial Strike sobre huevos, larvas, pupas y adultos de *H. convergens* y verificar su efecto sobre *Aphis craccivora* (Koch).

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Importancia de los depredadores como enemigos naturales

Los enemigos naturales se consideran factores de gran importancia en el control de plagas a largo plazo (Banken y Stark, 1998). Estos agentes biocontroladores se auto perpetúan y responden a las fluctuaciones en la densidad poblacional de las plagas que afectan (Saini, 1983). En Chile hay numerosos depredadores de pulgones, entre los que destacan las larvas y adultos de coccinélidos (INIA, La Platina, 2003). Las especies de esta familia en el país son exclusivamente benéficas, y efectúan un control excelente de estos insectos (Prado, 1991).

Importancia de los coccinélidos como enemigos naturales y sus hábitos alimentarios

La familia Coccinellidae incluye insectos depredadores voraces y agresivos (Salto *et al*, 1990). Los coccinélidos destacan por depredar mosquitas blancas, áfidos, chanchitos blancos, escamas y arañitas, y a menudo se los ha utilizado en el control biológico de plagas (Obrycki y Kring 1998). Según Hodek (1973), los coccinélidos se han especializado en grupos taxonómicos de presas; siendo esenciales aquellos que les permiten completar su desarrollo al mantener su fertilidad. Las presas alternativas sólo sirven para su mantenimiento. La cantidad de presas ingeridas por los coccinélidos varía según el tamaño de la presa. Cuando las presas son abundantes las larvas pueden consumir más de lo que necesitan para su desarrollo (Salto *et al*, 1990).

Características de *Hippodamia convergens*

El adulto tiene cuerpo ovalado, alargado y convexo, de 7 mm de largo y 4 mm de ancho. En el dorso del pronoto tiene dos manchas ovals alargadas blanco amarillentas, que convergen hacia atrás. Los élitros son rojos con manchas negras variables en número desde unas pocas hasta 13 (Flint *et al*, 1995; IICA, 2003; MIP CÍTRICOS, 2003).

Los huevos son ovalados y ahusados, amarillos y de tamaño inferior a 1 mm; son depositados en grupos pequeños cerca de la presa (Flint *et al*, 1995). Su desarrollo en laboratorio desde la postura hasta la eclosión es de 4,6 días a 20°C, 2,9 días a 25°C y 2,2 días a 30°C (Miller, 1992).

La larva es alargada, campodeiforme con el extremo posterior aguzado. Tiene color negro con el dorso anaranjado y el tórax rugoso (Flint *et al*, 1995). Las larvas luego de nacer a los 18 días, luego de tres mudas, inician la pupación adhiriéndose a las malezas, pastos, corteza de árboles y hojas (Biobest, 2004; UC Davis, 2004).

Miller (1992) señala que el desarrollo desde huevo a adulto en laboratorio dura 51,9 días a 17°C y 11,4 días a 33°C. Para pasar de huevo a adulto se requieren 228 días grados sobre un umbral mínimo de 12,5°C.

Las condiciones ambientales necesarias para la crianza de *H. convergens* en laboratorio son 25°C, 74%±5 HR, fotoperíodo de 16:8 horas de luz y oscuridad, y ventilación permanente (Zúñiga *et al*, 1986).

H. convergens es depredadora como adulto y larva. Los adultos hibernan congregados en lugares protegidos donde pueden vivir semanas a meses, dependiendo de la zona, disponibilidad de presas y época del año (Flint *et al*, 1995).

Tanto adultos como larvas se alimentan principalmente de áfidos como *Myzus persicae* (Sulzer), *Macrosiphum rosae* (L.), *Aphis gossypii* Glover, *Acyrtosiphon pisum* (Sanderson), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), etc. Si estas presas escasean, también pueden alimentarse de huevos y estados juveniles de otros insectos y ácaros, y ocasionalmente de néctar y mielecilla producida por áfidos (Hoffmann *et al*, 1993).

Estos coleópteros pueden ajustar su ciclo de vida según la disponibilidad de áfidos. Por lo general, las poblaciones de *H. convergens* se mantienen en actividad en primavera y verano. Produciéndose 1 a 2 generaciones al año, según la localidad (Hoffmann *et al*, 1993).

Las hembras ponen de 200 a más de 1.000 huevos en un periodo de 1 a 3 meses, generalmente en grupos pequeños en hojas y tallos, cerca de sus presas (IICA, 2003).

Susceptibilidad de los coccinélidos a los plaguicidas

La práctica con mayores efectos en las poblaciones de artrópodos es la aplicación de insecticidas. Los plaguicidas pueden reducir las poblaciones de coccinélidos, por efecto directo o indirecto (Obrycki y Kring, 1998). Los coccinélidos que sobreviven pueden ser también afectados directamente (*e.g.*, por efecto negativo en la fertilidad o fecundidad) o indirectamente a través de presas afectadas. Los adultos pueden dispersarse desde áreas tratadas en respuesta a una reducción de presas o por repelencia al producto (Newsom, 1974).

El efecto de los plaguicidas sobre los coccinélidos varía ampliamente y difiere enormemente según su susceptibilidad (Hassan, 1985; Kaakeh *et al*, 1996). Los insecticidas utilizados intensiva e indiscriminadamente han producido en corto plazo un desequilibrio biológico en la naturaleza y un aumento en la contaminación ambiental (Saini, 1983). La tolerancia a algunos plaguicidas puede darse siempre y cuando se apliquen a las dosis recomendadas (IICA, 2003).

Como con todos los insectos depredadores y parasitoides, se recomienda no abusar de la aplicación de insecticidas de amplio espectro, especialmente cuando las poblaciones de adultos y larvas están activas, ya que estos estados de desarrollo son más susceptibles que los adultos en estado de hibernación (IICA, 2003).

Por ejemplo si los coccinélidos están presentes y el programa de control integrado incluye la aplicación de insecticidas, es crítico conocer el impacto de los ingredientes activos de los productos aplicados. Malathion y carbarilo normalmente pueden matar tempranamente a adultos de *H. convergens* hasta dos semanas después de la aplicación. En contraste, los residuos secos de jabones y aceites no tienen efecto una hora después de la aplicación. Los residuos de Pirenone (piretrina con butóxido de piperonilo) tienen escaso o ningún efecto después de un día (Flint *et al*, 1995).

En estudios para evaluar el impacto de insecticidas sobre coccinélidos, *H. convergens* fue la especie más tolerante a 14 compuestos que se evaluaron sobre tres especies de coccinélidos en trigo (Bayoun *et al*, 1995). Abacmentina e imidacloprid son tóxicos para adultos y larvas de coccinélidos (Biddinger y Hull, 1995; Obrycki y Kring, 1998).

En estudios de mortalidad indirecta de *H. convergens* con varios insecticidas se observó susceptibilidad moderada a áfidos tratados con methomyl; los áfidos tratados con piretroides, los depredadores resultaron más afectados (Hurej *et al*, 1994).

Por ello, es muy importante determinar previamente la peligrosidad de un plaguicida para un enemigo natural. Para esto hay que considerar los factores de riesgo. El riesgo es la población afectada luego del tratamiento, en forma aguda o subletal, y depende de la toxicidad intrínseca del producto, que se suele expresar como dosis letal cincuenta (DL_{50}) y de la exposición (Viñuela, 1996). Para determinar la peligrosidad de los productos fitosanitarios intervienen numerosos factores, lo que lleva a normalizar las pruebas de evaluación, para luego poder hacer comparaciones entre grupos (García, 2005).

La OILB (Organización Internacional para la Lucha Biológica), a través del grupo de trabajo sobre “Productos Fitosanitarios y Organismos Benéficos”, ha desarrollado métodos normalizados para evaluar los efectos secundarios de los plaguicidas (Viñuela, 1996). En la Figura 1 se presenta el esquema del proceso de evaluación propuesto para productos fitosanitarios.

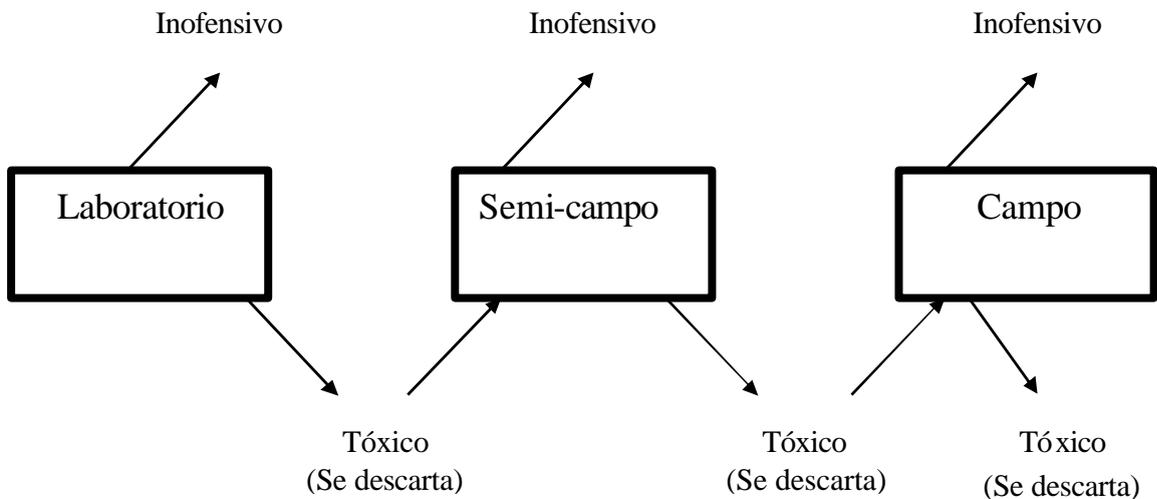


Figura 1. Esquema de la secuencia de evaluación de la OILB de la susceptibilidad de organismos benéficos a productos fitosanitarios.

El esquema es de tipo secuencial. Su filosofía es tratar de conseguir que a los ensayos de campo llegue el menor número de productos, ya que en el campo las pruebas son las más difíciles de hacer e interpretar. En la práctica, la peligrosidad de los productos fitosanitarios se puede determinar con métodos estandarizados, siguiendo el esquema anterior. Las pruebas iniciales están diseñadas para evaluar los efectos de una sola vía de exposición al plaguicida, el contacto con la superficie tratada, mientras que en el campo, los organismos benéficos pueden recibir exposición de tres fuentes: directa a gotas asperjadas, absorción de residuos por contacto con superficies tratadas, y absorción oral desde alimento contaminado (Longley y Stark, 1996).

Con estas pruebas, la OILB ha clasificado a los plaguicidas en cuatro categorías, dependiendo del grado de daño que causan al organismo benéfico (Hassan, 1988, 1992), según se resume en el Cuadro 1.

Cuadro1. Categorías de toxicidad y valoración de la selectividad de plaguicidas según la OILB.

Escala de toxicidad	Categorías de toxicidad	Mortalidad en laboratorio (%)
1	INOCUO	<30
2	LIGERAMENTE TÓXICO	30-79
3	MODERADAMENTE TÓXICO	80-99
4	TÓXICO	>99

Importancia de *Aphis craccivora* como plaga en cultivos

Este áfido es una especie de distribución cosmopolita que se encuentra en hospederos como alcachofa, alcayota, alfalfa, arveja, frambuesa, fréjol, haba, jojoba, lenteja, maravilla, manzano, naranjo, papa, peral, repollo, sandía, trébol, tabaco, zapallo (Prado, 1991; Rice, 2003). En Chile se encuentra desde la I a IX Región e Isla de Pascua (Prado, 1991; INIA, La Platina, 2004).

A. craccivora mide 1,5 a 2,2 mm de largo y se distingue de otros pulgones en alfalfa, principalmente por su color negro (Figura 2). Las formas aladas son negro brillante con ojos rojo oscuro. Las antenas no alcanzan a 2/3 del largo del cuerpo. El extremo de las tibias, la cauda y los cornículos son negros. Las hembras ápteras son negro ligeramente verdoso (INIA, La Platina, 2004). Las ninfas más pequeñas pueden ser de gris opaco a negro (UC IPM, 2004).



Figura 2. Hembras ápteras de *Aphis craccivora*.

Durante su alimentación, *A. craccivora* produce una abundante mielecilla sobre la cual se desarrolla fumagina. Este hongo reduce la fotosíntesis y puede afectar la palatabilidad del forraje para el ganado. La mielecilla también hace a la alfalfa pegajosa, lo que causa problemas a la cosecha (UC IPM, 2004).

Un conjunto de depredadores logra controlar a este áfido en los campos de alfalfa, incluyendo a *H. convergens*, neurópteros, nábidos y sírfidos. En California, *H. convergens* y *Coccinella septempunctata* L. se alimentan de *A. craccivora* en forma abundante (UC IPM, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló entre julio del 2004 y mayo del 2005 en el Laboratorio de Toxicología del Departamento de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materiales

Crianzas

- Adultos de *H. convergens* obtenidos desde alfalfares sin aplicación de plaguicidas en el Campus Antumapu de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.
- *A. craccivora* como fuente de alimento para cranzas de *H. convergens* en laboratorio y estudios del efecto del insecticida.
- Red entomológica.
- Aspirador manual.
- Jaulas de crianza para *H. convergens* y áfidos (cilindros de acetato cubiertos con una malla), (Figura 3).
- Cámara climática a 25°C. 65% HR y fotoperíodo de 16:8 horas de luz y oscuridad. Marca Trilab.
- Torre Potter ST-4

Materiales para el estudio

- Placas Petri, pipetas, matraces, recipientes plásticos.
- Algodón y esponjas humedecidas con agua hervida.

- Pincel fino (para recoger y mover los huevos y larvas jóvenes).
- Cápsulas de gelatina (Figura 4).
- Insecticida: Strike® 158,4 EW (triazamato + alfacipermetrina). Triazamato es un aficida sistémico, del grupo químico carbamoil triazol; alfacipermetrina es un piretroide.



Figura 3. Jaulas de crianza para *H. convergens* y áfidos
(Cilindros de acetato cubiertos con una malla).

Métodos

La parte experimental se desarrolló en dos etapas:

1. Colecta y crianzas de *H. convergens* y de áfidos.
2. Bioensayo con insecticidas en laboratorio.

Colecta y Crianza de Insectos

Los adultos de *H. convergens* se obtuvieron entre los meses de fines de julio del 2004 y marzo del 2005 con red entomológica y aspirador manual en cultivos de alfalfa no tratados con plaguicidas. Luego, estos individuos se reprodujeron en laboratorio.

Los áfidos se colectaron en los mismos alfalfares donde se obtuvieron los coccinélidos, y se criaron en plantas de haba en macetas cubiertas por jaulas de crianza (Figura 3), para mantenerlos confinados y evitar contaminaciones.

Las plantas deterioradas se reemplazaron periódicamente por plantas nuevas. Esta crianza permitió mantener alimento disponible para *H. convergens* y contar con una provisión permanente de individuos para el desarrollo óptimo de los ensayos.

Bioensayo

El insecticida se aplicó en laboratorio a partir de la dosis máxima recomendada comercialmente de 400 mL/ha de Strike 158,4 EW (triazamato 120 g/L + alfacipermetrina 38,4 g/L), en base a cultivos como tomate, coliflor, fréjol, remolacha azucarera. Luego se disminuyó progresivamente la dosis en orden a obtener un rango de mortalidad entre el 20% y 80% de mezcla insecticida sobre placas Petri con hojas de alfalfa. Las aplicaciones se hicieron en una torre Potter ST4, utilizando una carga equivalente a 200 L de agua/ha. El cálculo de cantidad de insecticida y mezcla se hizo por superficie, según lo recomendado para aplicar en campo y esta cantidad fue transformada a la superficie de la placa. Asperjando 0,13 mL de mezcla del insecticida a través de la torre Potter. Las aplicaciones para huevos y pupas se realizaron directamente sobre ellos, y bajo ellos se encontraban folíolos de alfalfa. En larvas y adultos (estados móviles) primero se aplicó el tratamiento sobre folíolos de alfalfa y luego se pusieron los insectos sobre el follaje tratado (esto se realizó solo para evitar que los individuos escaparan durante la aplicación). Los individuos de cada estado (n = 20) se expusieron a residuos secos durante 30 min a temperatura ambiente. Se trataron individuos de edad

media para cada estado de desarrollo (segundo día al estado de huevo, larvas de 5 a 6 días, el tercer día en pupa y adultos de segunda semana de desarrollo). Las tapas de las placas tenían perforaciones cubiertas con tul, de modo de evitar un efecto de cámara letal en el interior de la placa. La mortalidad de los depredadores al contacto con los residuos del insecticida se midió 24 y 48 h luego de la aplicación. Se verificó la acción de todas las dosis del insecticida sobre los áfidos, de la misma forma que con el depredador. El testigo consistió en la aplicación de agua destilada sobre cada estado de desarrollo del coccinélido y los áfidos.

Diseño y análisis estadístico

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, para 5 tratamientos más un testigo con agua. La unidad experimental fue una placa petri con 20 individuos. La mortalidad (%) se corrigió mediante la fórmula de Abbott. Los resultados correspondientes a las dosis aplicadas se ajustaron a un modelo Probit (Busvine, 1980), permitiendo estimar las DL_{50} y entrega un valor de la bondad de ajuste de los estados de desarrollo de *H. convergens* y áfidos. Los intervalos de confianza para el DL_{50} permitieron comparar la susceptibilidad de los diferentes estados, considerando estadísticamente diferentes aquellos donde los intervalos no se traslapan (Ulloa, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Metodología de crianza

Los adultos del coccinélido se mantuvieron en laboratorio en cámaras de crianza con plantas de haba infestadas con áfidos. El comportamiento de los adultos y larvas dependió mucho de la cantidad de presa disponible. Además, el hecho de estar en un espacio limitado les indujo a canibalismo, al igual que lo observado por Lorca (2005) para *Eriopis connexa* (Germar), por Sengonca y Frings (1985) para *C. septempunctata*, y Murdoch y Marks (1973) para varios coccinélidos. Por ello se les mantuvo permanentemente con áfidos como alimento. Además se agregó una dieta extra con miel disuelta y polen en motas de algodón, según lo descrito por Zúñiga *et al* (1986). La ovipostura se observó en los folíolos con presas a su alcance, como también lo señalan Smirnov (1958), Hoffmann y Frodsham (1993) y Anónimo (2004), y también en las paredes de la cámara. Los huevos debían ser retirados rápidamente para que no fueran consumidos por los adultos. Su extracción se hacía con pincel fino, en un proceso delicado que hizo perder muchos huevos. Para evitar esta pérdida, en la superficie de las paredes de la cámara se puso un film plástico, el cual permitía retirarlos sin ocasionarles daño, al igual que en Zúñiga *et al* (1986). Los folíolos de alfalfa con huevos se extrajeron directamente de las plantas y se pusieron grupos de 10 huevos por placa. Cada placa contenía en el fondo una esponja humedecida para mantener la humedad. A 25°C, 65% HR y fotoperíodo de 16:8 h de luz y oscuridad, la eclosión demoró entre 2 y 4 días, al igual que en las observaciones de Lyon (2002) y Hoffmann y Frodsham (1993). Las larvas neonatas debían ser separadas rápidamente al nacer, ya que comenzaban a consumir los huevos o larvas que tuviesen a su alrededor, lo que concuerda con Dixon (1959) y Martos y Niemeyer (1989). Las larvas se separaron con pincel para evitar lastimarlas, ya que al tacto eran bastante sensibles e irritables. Al principio se separaron en placas Petri en número de 3 a 4 larvas con áfidos, como lo señalado por Cunningham

(2004), pero igualmente se observó canibalismo. Esto llevó a confinar cada larva individualmente en cápsulas de gelatina con áfidos en su interior (Figura 4).

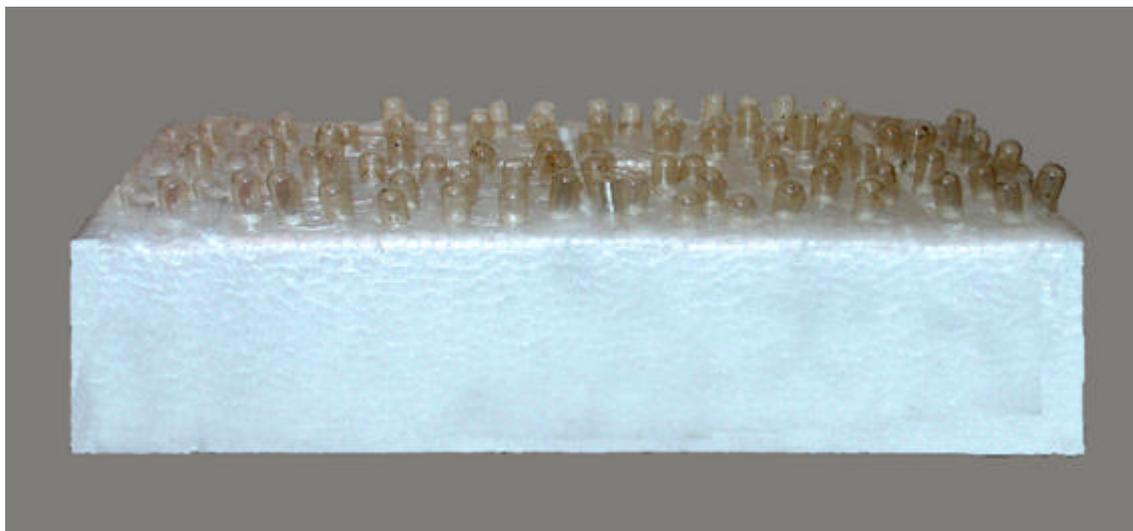


Figura 4. Sistema individual de crianza de larvas en cápsulas de gelatina.

Cada dos días se les proporcionaba alimento, pero muchas morían a pesar de proveerlas con presas. Sin embargo, en estas cápsulas se logró obtener larvas en número suficiente para hacer los ensayos.

El desarrollo larvario duró 12 a 15 días, tiempo similar a lo señalado por Hoffmann y Frodsham (1993). En estado de pupa permanecieron entre 5 y 8 días, lo que está dentro de los rangos señalados por Hoffmann y Frodsham (1993) y Cunningham (2004).

Algunos adultos colectados en el campo presentaron mortalidad causada por el himenóptero parásito *Dinocampus (Perilitus) coccinellae* (Schrank), pero este factor no causó problemas en la crianza, pues se eliminaron todos aquellos adultos que presentaron la formación del capullo externo del himenóptero al pupar bajo el abdomen del coccinélido adulto.

El haber producido plantas de haba en macetas continuamente, al igual que en Zuazúa *et al* (2000a y b) y Lorca (2005) fue muy importante para mantener y multiplicar áfidos y disponer de alimento en forma constante para los depredadores. El método de producción de coccinélidos utilizado, descrito por Martos y Niemeyer (1989) y Cunningham (2004), permitió así tener material suficiente para desarrollar los ensayos de toxicología.

Resultados de los Bioensayos

Con las dosis utilizadas sobre cada estado de *H. convergens* y el áfido *A. craccivora* se obtuvo aproximadamente entre 20 y 80% de mortalidad, lo que permitió desarrollar adecuadamente el análisis Probit.

Los parámetros de los análisis Probit, permiten señalar que las DL_{50} fueron estadísticamente diferentes para cada uno de los estados de desarrollo del coccinélido y áfidos (Cuadro 2), permitiendo determinar que *A. craccivora* fue muy susceptible al insecticida. Además cada estado de desarrollo del coccinélido presentó distinta susceptibilidad al insecticida. El estado de menor susceptibilidad fue el de huevo, este resultado concuerda con Croft (1990), señalando que huevos de depredadores son inmunes incluso a aplicaciones directas; la tolerancia de un estado en particular puede deberse a factores fisiológicos, conductuales y químicos.

Los valores de chi-cuadrado indican que los resultados de mortalidad se ajustaron a la recta mortalidad-concentración del insecticida (Ulloa, 2005).

Cuadro 2. Parámetros de los análisis Probit para cada estado de desarrollo de *H. convergens* y *A. craccivora*.

Estados de desarrollo y áfidos	DL ₅₀ mL/L	Intervalos de confianza	χ^2 (P)
Adultos	0,405 c	0,315-0,525	3,079 (0,545)
Huevos	341,2a	29,237-3234725	0,816 (0,936)
Larvas	0,163 d	0,127-0,202	8,136 (0,087)
Pupas	1,057 b	0,954-1,185	4,874 (0,31)
<i>Aphis craccivora</i>	0,013 e	0,0047-0,0243	1,314 (0,859)

Tratamientos sobre adultos

En dosis comercial y al 50% de ésta, el producto se puede clasificar como moderadamente tóxico sobre adultos, según la tabla de toxicidad de Hassan (1988, 1992), ya que la mortalidad acumulada no sobrepasó el 83% luego de 48 h de la aplicación. Tratamientos al 25%, 15%, 5% y 1% de la dosis comercial serían ligeramente tóxicos. A las 24 la mayor mortalidad fue 78% ocurriendo con la dosis comercial, mientras que la dosis menor evaluada (1% de la dosis comercial) sólo produjo 15% de mortalidad (Figura 5) y a las 48 h no sobrepasó el 47% (Cuadro3).

Para este estado se obtuvo una DL₅₀ de 0,405 mL/L, con un intervalo de confianza 0,315 a 0,525, un valor de χ^2 3,079 y una probabilidad de 0,545 (Cuadro 2 y Figura 5).

En ensayos de laboratorio con cipermetrina sobre *H. convergens*, Molina (1999) encontró 100% de mortalidad y la clasificó como tóxica para el depredador. En ensayos de invernadero, cipermetrina también resultó un 100% de mortalidad.

En el estudio de Peckman y Wilde (1993), el 95,6% las hembras de *H. convergens* expuestas a residuos de permetrina en alfalfa presentaron síntomas iniciales de parálisis en un plazo de 12 horas. Sin embargo, el 61% de las hembras se recuperaron cuando se

retiraron de los residuos y no hubo efectos negativos en el largo plazo o en las generaciones posteriores.

Inglesfield (1985) evaluó alfa-cipermetrina sobre artrópodos benéficos. Dosis de 20 y 30 g i.a./ha afectaron considerablemente a los entomófagos, en especial los coccinélidos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en este estudio, ya que con la dosis mínima aplicada se produjo una mortalidad de 15% a las 24 h del tratamiento, lo cual indica la susceptibilidad de los individuos al producto.

En los estudios de Wilkinson *et al* (1975) y Yokoyama *et al* (1984) con fenvalerato, otro piretroide, se obtuvieron niveles medios de mortalidad de adultos de *H. convergens*, mientras que Kaakeh *et al* (1996) encontraron una toxicidad alta. Mizell y Schiffhauer (1990) determinaron una alta toxicidad de fenvalerato sobre *Cycloneda sanguinea* L., *H. convergens* y *H. Olla v-nigrum* (Say).

Hamilton *et al* (1997) encontraron alta mortalidad de adultos de *C. maculata* luego de 48 h de exposición tópica a esfenvalerato solo y combinado con oxamyl con butóxido de pyperonilo (PBO), y rotenona sola y en combinación con PBO. En todos los tratamientos de alimentación con huevos de *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera : Chrysomelidae), disminuyó la alimentación y supervivencia de adultos de *C. maculata*. Esfenvalerato combinado con PBO tuvo el mayor efecto sobre los adultos de *C. maculata*.

Cuadro 3. Mortalidad total para adultos de *H. convergens* (número y porcentaje) a las 24 y 48 horas después de la aplicación de distintas dosis del producto.

Dosis	Adultos muertos	
	24 horas	48 horas
Strike 2 mL/L	63 (78%*)	67 (83%*)
Strike 1 mL/L	56 (68%*)	67 (83%*)
Strike 0,5 mL/L	42 (50%*)	49 (59%*)
Strike 0,3 mL/L	34 (39%*)	48 (57%*)
Strike 0,1 mL/L	26 (29%*)	44 (52%*)
Strike 0,03 mL/L	16 (15%*)	40 (47%*)
Testigo (agua)	5 (6%*)	5 (6%*)

* Mortalidad corregida por Abbott

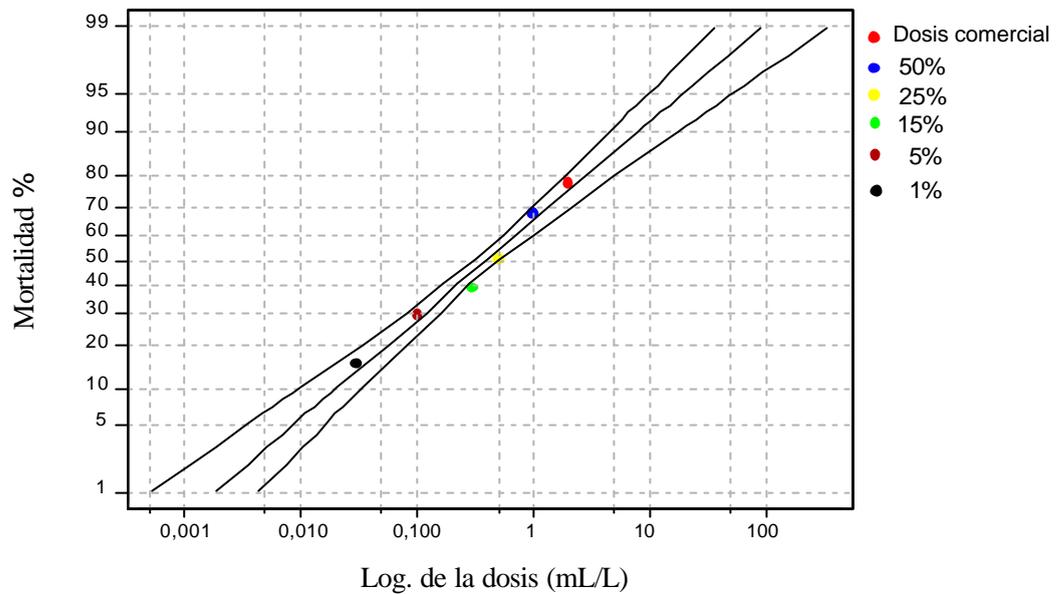


Figura 5. Regresión de logaritmo de la dosis vs. Probit del porcentaje de mortalidad en adultos de *H. convergens*

Tratamientos sobre huevos

En las aplicaciones sobre huevos, las 24 h después del tratamiento no fue un período suficiente para detectar algún efecto, ya que la mortalidad no alcanzó a llegar al 20% (Figura 6 y Cuadro 4). Además, de estos huevos emergieron larvas que continuaban vivas 48 h después.

Para afinar estos resultados se definió como inviables a aquellos huevos que presentaban deshidratación y el corion oscuro. En la evaluación a las 48 h del tratamiento ya se observaron estos efectos (Cuadro 4).

Se obtuvo una DL_{50} 341,2 mL/L, con un intervalo de confianza de 29,237 a 32347725, χ^2 0,816 y una probabilidad de 0,936 (Cuadro 2 y Figura 6).

La mortalidad de los huevos expuestos a la dosis comercial y la dosis menor a 48 h del tratamiento llegó a 93% y 35%, respectivamente (Cuadro 4).

Los resultados de este producto sobre huevos permiten clasificar a la dosis comercial como moderadamente tóxica, mientras que tratamientos al 50%, 25%, 15%, 5% y 1% de la dosis comercial se pueden clasificar como ligeramente tóxicos según la escala de Hassan (1988, 1992).

Cuadro 4. Mortalidad total para huevos de *H. convergens* (número y porcentaje) a las 24 y 48 horas después de la aplicación de distintas dosis del producto.

Dosis	Huevos muertos	
	24 horas	48 horas
Strike 2 mL/L	9 (11%)	74 (93%)
Strike 1 mL/L	8 (10%)	62 (78%)
Strike 0,5 mL/L	6 (8%)	60 (75%)
Strike 0,3 mL/L	5 (6%)	54 (68%)
Strike 0,1 mL/L	3 (4%)	46 (58%)
Strike 0,03 mL/L	1 (1%)	28 (35%)
Testigo (agua)	0 (0%)	0 (0%)

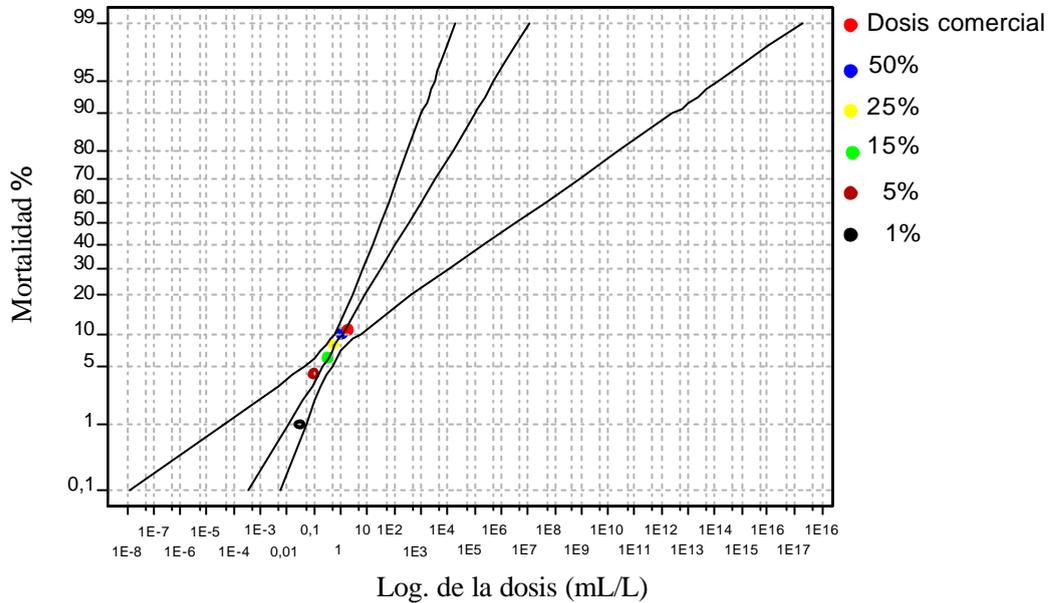


Figura 6. Regresión de logaritmo de la dosis vs. Probit del porcentaje de mortalidad en huevos de *H. convergens*.

Tratamientos sobre larvas

Se observó una mayor mortalidad en larvas que sobre los otros estados de desarrollo de *H. convergens*.

La dosis comercial se puede clasificar como tóxica según la escala de Hassan (1988, 1992), el 50% de esa dosis como moderadamente tóxica, el 25%, 15% y 5% como ligeramente tóxicas y el 1% como inocua. La dosis comercial causó 95% de mortalidad a las 24 h y con la dosis menor se obtuvo 22% (Figura 7). Para las 48 h con la dosis comercial la mortalidad alcanzó 100% y con la dosis mínima 23% (Cuadro 5).

La DL_{50} obtenida fue 0,163 mL/L, con un intervalo de confianza de 0,127 a 0,202, un valor de χ^2 8,136 y una probabilidad de 0,087 (Cuadro 2 y Figura 7).

Al efecto del insecticida se debe sumar el canibalismo observado entre las larvas, a pesar que una vez aplicado el producto, las placas Petri se aprovisionaron de áfidos para que los depredadores dispusieran de alimento abundante, lo que se repitió a las 24 h y 48 h, pero este es un hábito descrito en muchos coccinélidos (Hodek, 1967, Obrycki y Kring 1998) y que en caso de una densidad baja de la población de áfidos permite la supervivencia de sólo algunas larvas (Sundby, 1966). La crianza en masa de *H. convergens* en laboratorio se ve dificultada por el alto canibalismo en larvas, lo que en esta investigación se habría debido a una competencia por espacio más que por alimento.

Polis (1981), señala que el canibalismo es un mecanismo para reducir el número de competidores potenciales. Por ello, es indispensable separar las larvas individualmente después de las aspersiones.

Algunas larvas sobrevivientes comenzaron a pupar, ya que se les hizo un seguimiento posterior a las 48 h de evaluadas. Sin embargo, no se hizo una evaluación de los porcentajes de emergencia de adultos.

Cuadro 5. Mortalidad total para larvas de *H. convergens* (número y porcentaje) a las 24 y 48 horas después de la aplicación de distintas dosis del producto.

Dosis	Larvas muertas	
	24 horas	48 horas
Strike 2 mL/L	76 (94% *)	80 (100% *)
Strike 1 mL/L	73 (90% *)	76 (94% *)
Strike 0,5 mL/L	52 (61% *)	60 (69% *)
Strike 0,3 mL/L	49 (57% *)	58 (67% *)
Strike 0,1 mL/L	38 (42% *)	45 (46% *)
Strike 0,03 mL/L	22 (20% *)	30 (23% *)
Testigo (agua)	8 (10% *)	15 (19% *)

*Mortalidad corregida por Abbott.

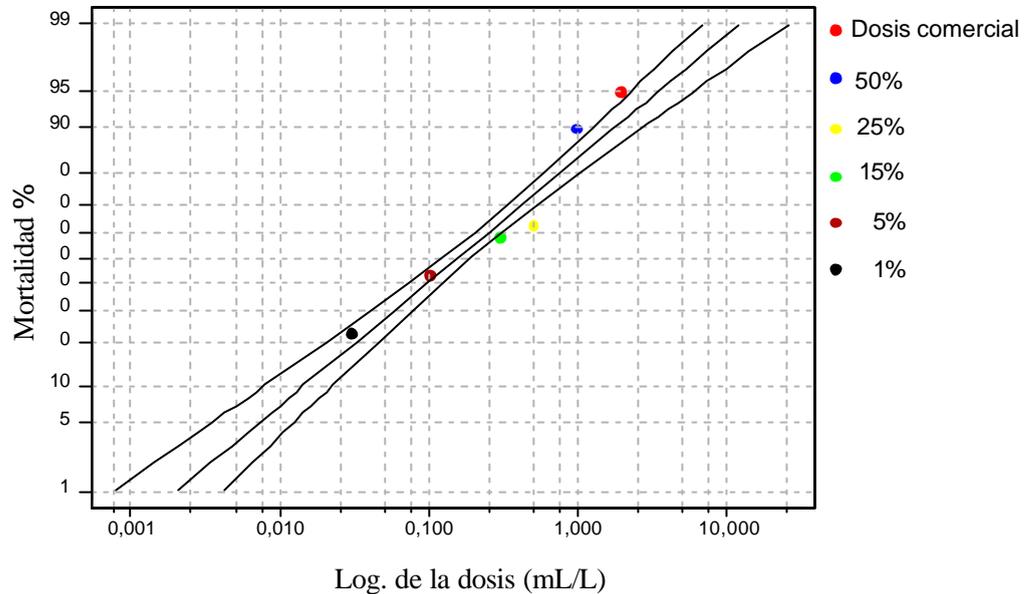


Figura 7. Regresión de logaritmo de la dosis vs. Probit del porcentaje de mortalidad en larvas de *H. convergens*.

Tratamientos sobre pupas

La mortalidad de las pupas se definió con el siguiente criterio: Al tocarlas con un pincel se movían se consideraron como vivas, si no presentaban movimiento se consideraron muertas.

A las 24 h de la aplicación, la dosis comercial afectó al 94% de las pupas, pero al disminuir la dosis en 50% la mortalidad alcanzó niveles cercanos a 50%. Con el 25% de la dosis comercial se obtuvo un 13% de mortalidad y la dosis menor evaluada (1% de la dosis comercial) no causó mortalidad en pupas (Figura 8). A las 48 h, la dosis comercial causó 96% de mortalidad. Al reducir al 50% la dosis comercial la mortalidad fue 54% y la dosis menor no causó muerte (Cuadro 6). Según estos resultados, la dosis comercial se clasifica según la escala de Hassan (1988, 1992) como moderadamente tóxica, el 50% de

la dosis comercial como ligeramente tóxica, y el 25%, 15%, 5% y 1% como inocua para pupas.

La DL_{50} obtenida fue 1,057 mL/L, con un intervalo de confianza 0,954 a 1,316, un valor de χ^2 de 4,874 y una probabilidad 0,3 (Cuadro 2 y Figura 8).

Existieron pupas supervivientes de las que nacieron algunos adultos, a los que se les hizo un seguimiento posterior a las 48 h de aplicado el producto; estos adultos llegaron a tomar la coloración típica de la especie pero posteriormente murieron.

Cuadro 6. Mortalidad total para pupas de *H. convergens* (número y porcentaje) a las 24 y 48 horas después de la aplicación de distintas dosis del producto.

Dosis	Pupas muertas	
	24 horas	48 horas
Strike 2 mL/L	75 (94%)	77 (96%)
Strike 1 mL/L	24 (30%)	43 (54%)
Strike 0,5 mL/L	10 (13%)	21 (26%)
Strike 0,3 mL/L	3 (4%)	14 (18%)
Strike 0,1 mL/L	1 (1%)	1 (1%)
Strike 0,03 mL/L	0 (0%)	0 (0%)
Testigo (agua)	0 (0%)	0 (0%)

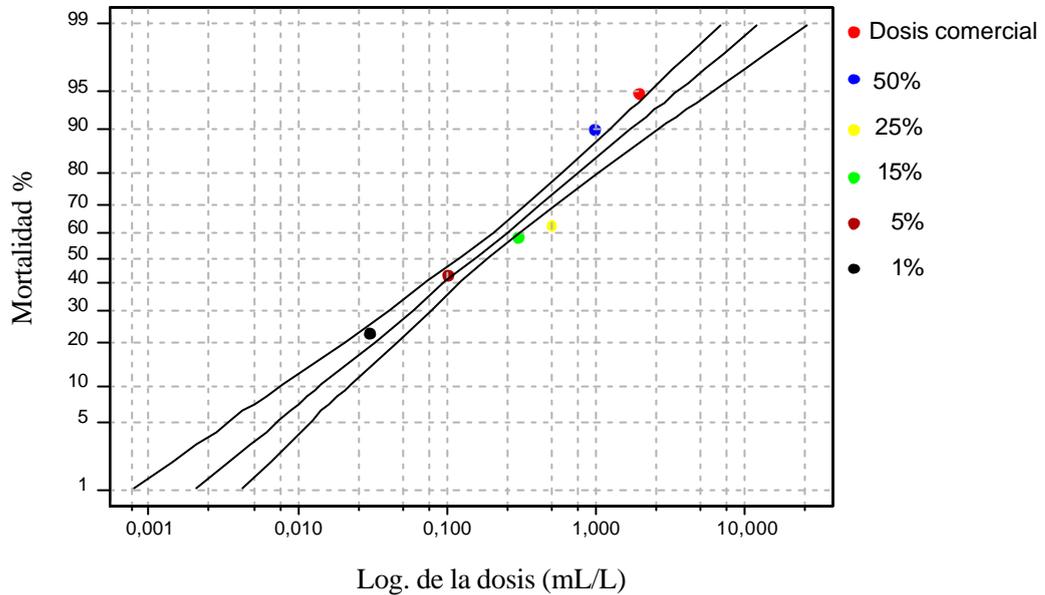


Figura 8. Regresión de logaritmo de la dosis vs. probit del porcentaje de mortalidad en pupas de *H. convergens*.

Tratamientos sobre áfidos

Según la escala de Hassan (1988, 1992), la dosis comercial y el 50% de ésta se pueden clasificar como tóxicas, y el 25%, 15%, 5% y 1% se clasifican como moderadamente tóxicas. En la evaluación de las 24 h la mortalidad con la dosis comercial fue 98%, y con la dosis menor (1% de la dosis comercial) fue 62% (Figura 9).

La DL_{50} obtenida fue 0,013 mL/L, con un intervalo de confianza de 0,005 a 0,024, un valor de χ^2 1,314 y una probabilidad de 0,859 (Cuadro 2 y Figura 9).

En las pruebas con áfidos, la dosis menor causó mortalidad de 93% a 48 h de la aplicación (Cuadro 7). Este resultado se puede comparar con el ensayo de BASF Chile (2000) en la V región, donde la dosis comercial de Strike eliminó al 90% de la población expuesta, dos días después de la aplicación.

Inglesfield (1985) observó que alfa-cipermetrina en dosis de 20 gi.a./ha aplicada en maíz en Francia causó demora en el resurgimiento de la población de áfidos.

En ensayos de campo de manejo integrado del pulgón ruso del trigo, *Diuraphis noxia* (Mordwilko), Reviriego (2002) encontró que el piretroide deltametrina produjo la alta mortalidad de áfidos a siete días de la aplicación. En ensayos de laboratorio, la toxicidad fue mayor para beta-cipermetrina en comparación a otros productos evaluados.

Cuadro 7. Mortalidad total para *A. craccivora* (número y porcentaje) a las 24 y 48 horas después de la aplicación de distintas dosis del producto.

Dosis	Áfidos muertos	
	24 horas	48 horas
Strike 2 mL/L	78 (98%*)	80 (100%*)
Strike 1 mL/L	75 (94%*)	80 (100%*)
Strike 0,5 mL/L	71 (89%*)	79 (99%*)
Strike 0,3 mL/L	69 (86%*)	79 (99%*)
Strike 0,1 mL/L	63 (79%*)	79 (99%*)
Strike 0,03 mL/L	50 (62%*)	75 (93%*)
Testigo (agua)	1 (1%*)	8 (10%*)

*Mortalidad corregida por Abbott.

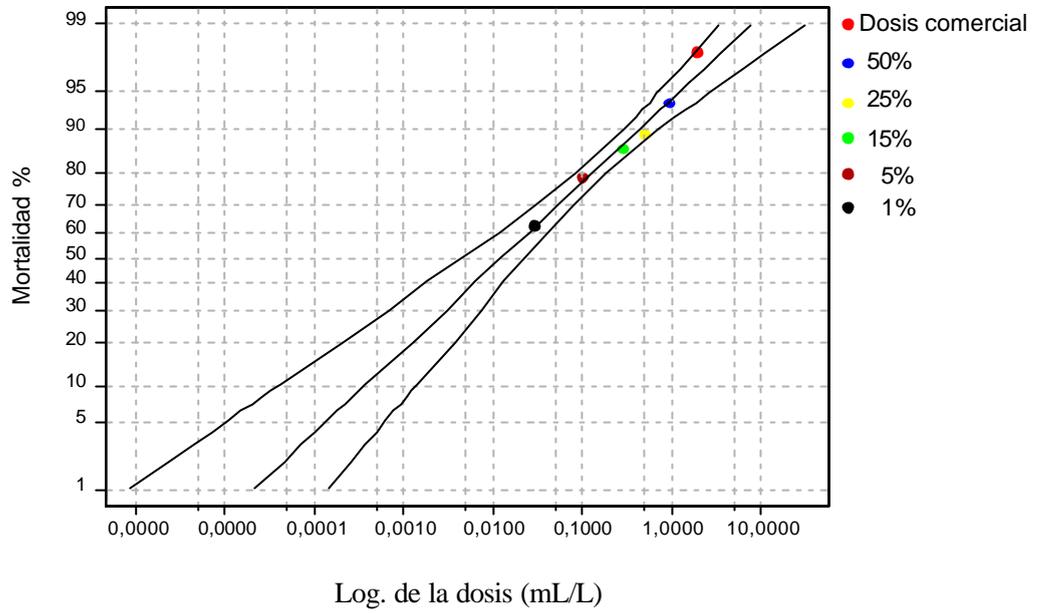


Figura 9. Regresión de logaritmo de la dosis vs. probit del porcentaje de mortalidad en *A. craccivora*

CONCLUSIONES

- La crianza masiva de *H. convergens* en laboratorio se dificulta por el alto canibalismo en adultos y particularmente de larvas. Por ello es indispensable hacer crianzas individuales. Luego de las aspersiones en los bioensayos, se deben mantener separados los individuos móviles para no tener errores en los resultados.
- Los huevos fueron menos susceptibles al insecticida Strike y se necesitaron 48 horas para observar mortalidad, por lo que en trabajos posteriores sería recomendable hacer evaluaciones durante un período de tiempo mayor.
- El estado larvario fue el más susceptible, de los cuatro estados de *H. convergens*. Por ello, cuando este estado predomina en el campo se deberían utilizar dosis bajas del insecticida.
- Los áfidos fueron los más susceptibles a las dosis bajas, en comparación con los estados de desarrollo de *H. convergens*, lo que permitiría utilizar el insecticida en dosis reducidas en programas de manejo integrado de *A. craccivora* y posiblemente otros áfidos.
- Usando el Método Probit, los resultados se ajustaron satisfactoriamente a una recta dosis v/s mortalidad.
- El método utilizado permitió comparar la susceptibilidad al insecticida Strike de cada uno de los estados de *H. convergens* y *A. craccivora*.

LITERATURA CITADA

AFIPA (Asociación de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios). 2002-2003. Manual Fitosanitario, Servicios de Impresión Laser S.A., .Santiago, Chile. 731 p.

AGUILERA, A. 1970. Coccinélidos (Coleoptera) predadores del Departamento de Arica. IDESIA Chile 1: 67-74.

AGUILERA, A. 1989. Resistencia de las plagas a los insecticidas. Investigación y Progreso Agropecuario, INIA Carillanca 8(4): 18-23.

AGUILERA, A.; VÁZQUEZ, H.; HICHINS, N. 1981. Distribución geográfica de *Hippodamia convergens* Guérin en Chile (Coleoptera: Coccinellidae). Simiente 51(3-4): 137-141.

ANÓNIMO. 2004. Extractos de la significancia de los patrones en *Hippodamia convergens* (Coleoptera, Coccinellidae). Rev. 13 enero 2004 en: <http://boisdarc.tamu-commerce.edu/>.

ARTIGAS, J. 1994. Entomología económica: insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles). Vol. I, Ediciones Univ. de Concepción, Chile. 1126 p.

BANKEN, J. A.; STARK, J. D. 1998. Multiple routes of pesticide exposure and the risk of pesticides to biological controls: A study of neem and the seven-spotted lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). J. Econ. Entomol. 91(1): 1-6.

BASF CHILE. 2000. Efectividad de Strike en aplicación aérea en trigo, en situación de alta presión de pulgones. Santo Domingo, V Región. Rev. 26 septiembre 2005 en: http://www.BASF.cl/agro/folletos/strike/cont_res.html.

BASF CHILE. 2004. STRIKE®158,4EW. Rev. 28 marzo 2004 en:

http://www.BASF.cl/asp-local/agro_prod_fichaweb.asp?prod_id=73.

BAYOUN, I. M.; PLAPP, F. W. JR.; GILSTRAP F. E.; MICHELS, G. J. JR. 1995. Toxicity of selected insecticides to *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies. J. Econ. Entomol. 88: 1177–1185.

BIDDINGER, D. J.; HULL, L. A. 1995. Effects of several types of insecticides on the mite predator, *Stethorus punctum* (Coleoptera: Coccinellidae), including insect growth regulators and abamectin. J. Econ. Entomol. 88: 358–366.

BIOBEST. 2004. *Hippodamia*-systems. Rev. 14 enero 2004 en:

<http://207.5.71.37/biobest/sp/producten/nuttig/hippodamia.htm>.

BUSVINE, J. R. 1980. Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides. FAO, Rome. 132 p.

CHAPIN, E. 1946. Review of the new world species of *Hippodamia* Dejean (Coleoptera: Coccinellidae). Smithsonian Miscellaneous Collections 106(11): 1-39.

CICHÓN, L., DI MASI, S., FERNÁNDEZ, D., MAGDALENA, J., RIAL, E., ROSSINI, M. 1996. Guía ilustrada para el monitoreo de plagas y enfermedades en frutales de pepita. INTA, Centro Regional Patagonia Norte, Estación Agropecuaria Alto Valle, Río Negro, Argentina. 73 p.

CROFT, B. A. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. Wiley, New York. 723 p.

CUNNINGHAM, N. 2004. Producing *Hippodamia convergens* eggs and larvae. Rev. 10 enero 2004 en: <http://www.mda.state.mn.us/biocon/plantscape/hippodamia.htm>

DAVISON, R.; LYON, W. 1992. Plagas de insectos agrícolas y del jardín. Limusa, Grupo Noriega Editores, México. 743 p.

- DE BACH, P. 1987. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Continental, México. 949 p.
- DIXON, A. F. G. 1959. An experimental study of the searching behavior of the predatory coccinellid beetle *Adalia decempunctata* (L.). J. Animal Ecol. 28: 259-281.
- DURAN, M.; CORTÉS, R. 1941. La conchuela negra del olivo, *Saissetia oleae* Bern. Chile. Bol. San. Veg. 1(2): 37-47.
- FLEMING, R. C. 2000. Lady beetles (online). Rev. 28 enero 2004 en: <http://insects.ummz.lsa.umich.edu/MES/notes/entnotes6.html>.
- FLINT, M.; DREISTADT, S.; RENTNER, J.; PARRELLA, M. 1995. Lady beetle release controls aphids on potted plants. California Agriculture 42(2): 5-8.
- GARCÍA, F. 2005. Selectividad de productos fitosanitarios en el control integrado: Herramienta indispensable para la implementación de programas de ICM. Syngenta Bioline – España. Rev. 15 mayo 2005 en: <http://www.agroinformacion.com/leer-articulo.aspx?not=417>.
- GIBSON, W., CARRILLO, J. 1959. Lista de la colección entomológica de la Oficina de Estudios Especiales, SAG México. Folleto Misceláneo 9. 244 p.
- HAGEN, K. 1962. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. Ann. Rev. Entomol. 7: 289-326.
- HAMILTON, G. C.; LASHOMB, J. H. 1997. Effects of insecticides on two predators of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). Florida Entomologist 80(1): 10-23.

- HASSAN, S. A. 1985. Standard methods to test side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS Working Group ‘Pesticides and Beneficial Organisms’. Bull. OEPP/EPPO 15: 214-255.
- HASSAN, S. A. 1988. Guideline for testing the side effect of pesticides on the egg parasite *Trichogramma cacoeciae*. IOBC/WPR Bull. 11(4): 3–18.
- HASSAN, S. A. 1992. Guideline for the evaluation of side effects of plant protection on product on *Trichogramma cacoeciae*. IOBC/WPR. Bull. 11(4): 3–18.
- HODEK, I. 1967. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. Annual Rev. Entomol. 12: 79–104.
- HODEK, I. 1973. Biology of Coccinellidae. Acad., Prague. 260 p.
- HOFFMANN, M. P.; FRODSHAM, A. C. 1993. Natural enemies of vegetable insect pests. Cooperative Extension, Cornell University, Ithaca, New York. 63 p.
- HUREJ, M.; DUTCHER, J. D. 1994. Indirect effect of insecticides on convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) in pecan orchards. J. Econ. Entomol. 87: 1632-1635.
- IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas). 2003. Biocontrol: Guía de los enemigos naturales (online). Rev. 10 diciembre 2003 en:
<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/biocontrol/predadores/index.html>.
- INGLESFIELD, C. 1985. A field study on the effects of Fastac on the beneficial arthropod fauna of maize in France. Sittingbourne Shell Research 85.069.
- INIA, La Platina (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2003. Control preventivo de pulgones. Entomología hortícola (online)
http://www.inia.cl/hortalizas/entomologia/p_tomate_alibre/pulgones5.htm(rev. 14 febrero 2004).

- INIA, La Platina (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2004. Aspectos biológicos de los pulgones. Entomología hortícola (online). Rev. 25 mayo 2005 en: http://www.inia.cl/hortalizas/entomologia/p_tomate_alibre/pulgones2.htm
- KAAKEH, N.; KAAKEH, W.; BENNETT, G. W. 1996. Topical toxicity of imidacloprid, friponil, and seven conventional insecticides to the adult convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). J. Entomol. Sci. 31: 315–322.
- LONGLEY, M.; STARK, J. D. 1996. Analytical techniques for quantifying direct, residual and oral exposure of an insect parasitoid to an organophosphate insecticide. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 57:683-690.
- LORCA, R. 2005. Toxicidad de insecticidas sobre *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). Memoria Ing. Agr., Fac. Cs. Agronómicas, U.de Chile.39 p.
- LYON, W. 2002. Lady beetle. Ohio State University Extension Fact Sheet Horticulture and Crop Science. Rev. 13 enero 2004 en: <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/2000/2002.html>.
- MARTOS, A.; NIEMEYER, H. M. 1989. Dos estudios sobre crianza masal del coccinéido *Eriopis connexa* (Germar). Rev. Peruana Entomología 32: 50-52.
- MILLER, J. C. 1992. Temperature-dependent development of the convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). Environ. Entomol 21(1): 197-201.
- MIP CÍTRICOS. 2003. Manejo biológico, agentes y asociación. Centro Experimental de Entomología, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile. Rev. 18 nov. 2003 en: www.mipcitricos.cl/.
- MIZELL, R. F.; SCHIFFHAUER, D. E. 1990. Effects of pesticides on pecan aphid predators *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae), *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea*, *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae), and *Aphelinus perpallidus* (Hymenoptera: Encyrtidae). J. Econ. Entomol. 83: 1806–1812.

- MOLINA, A. 1999. Evaluación de insecticidas botánicos, biológicos y sintéticos sobre *Trichogramma pretiosum*, *Diadegma insulare*, *Chrysoperla carnea* e *Hippodamia convergens*. Memoria Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Protección Vegetal, Honduras. 28 p.
- MURDOCH, W. W.; MARKS, J. R. 1973. Predation by coccinellid beetles: experiments on switching. *Ecology* 54: 160-167.
- NEWSOM, L. D. 1974. Predator insecticide relationships. *Entomophaga Mém. Hors-Sér.* 7: 13-23.
- OBRYCKI, J.; KRING, T. 1998. Predaceous coccinellidae in biological control. *Annual Rev. Entomol.* 43: 295-321.
- PECKMAN, P. S.; WILDE, G. E. 1993. Sublethal effects of permethrin on fecundity and longevity of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Kansas Entomol. Soc.* 66(3): 361-364.
- POLIS, G. A. 1981. The evolution and dynamics of intraspecific. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 12: 225-251.
- PRADO, E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Santiago, INIA. Boletín Técnico 169. 203 p.
- REBOLLEDO, R.; AGUILERA, A.; KLEIN, C. 2002. Prospección de la distribución de *Hippodamia convergens* Guérin-Méne ville (Coleoptera: Coccinellidae) en la región sur de Chile. *Agro Sur* 30(2): 91-95.
- REVIRIEGO, M. E. 2002. Bases para el manejo integrado del pulgón ruso del trigo *Diuraphis noxia* (Mordvilko). Tesis Magister, Departamento de Agronomía. Rev. 21 octubre 2005 en:
www.criba.edu.ar/agronomia/postgrado/tesis/2002/reviriego_maria_elvira.htm

RICE, M. 2003. Cowpea aphids spread across Iowa. Integrated crop management. Department of Entomology, Iowa State University, Ames; Iowa. Rev.15 mayo 2005 en: http://www.ipm.iastak.edu/imp/icm/2003/7_14_2003/cowpea.html.

SAINI, E. 1983. Claves para la identificación de los estadios larvales de seis especies de coccinélidos predadores. Rev. Soc. Entomol. Argentina 42(1-4): 397-403.

SALTO, C ; BERTOLACCINI, I ; IMWINKELRIED, J. M.; FRANA, J. 1990. Parámetros biológicos e influencia de distintos niveles alimenticios en el desarrollo de *Eriopis Connexa* Guérin (Coleoptera, Coccinellidae). INIA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, Publicación Técnica 50: 1-14.

SENGONCA, C.; FRINGS, B. 1985. Interference and competitive behaviour of the aphid predators *Chrysoperla carnea* and *Coccinella septempunctata* in the laboratory. Entomophaga 30: 245-251.

SMIRNOFF, W. A. 1958. An artificial diet for rearing coccinellid beetles. Can. Entomol. 90: 563-565.

SUNDBY, R. A. 1966. A comparative study of the efficiency of the three predatory insects *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae), *Chrysopa carnea* St. (Neuroptera, Chrysopidae) and *Syrphus ribesii* L. (Diptera, Syrphidae) at two different temperatures. Entomophaga 11(4): 394-404.

UC DAVIS (online). 2004. Lady bugs. Rev. 13 julio 2004 en: <http://www.envtox.ucdavis.edu/cehs/TOXINS/SPANISH5/Ladybugs.html>.

UCIPM (online). 2004. How to manage pests. Rev. 22 enero 2004 en: <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r1300411.html>.

ULLOA, A. 2005. Toxicidad oral de seis insecticidas en larvas de *Vespula germanica*. Memoria Ing. Agr., Fac. Cs. Agronómicas, U. de Chile. 39 p.

VIÑUELA, E. 1996. Ecología de los artrópodos útiles. Agricultura ecológica y desarrollo rural. Resúmenes II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Pamplona, Iruña. Pp. 173-190.

WILKINSON, J. D.; BIEVER, K. D.; IGNOFFO, C. M. 1975. Contact toxicity of some chemical and biological pesticides to several insect parasitoids and predators. *Entomophaga* 20: 113-120.

YOKOYAMA, V. I.; PRITCHARD, J.; DOWELL, R. V. 1984. Laboratory effects of pesticides to *Geocoris pallens* (Hemiptera: Lygaeidae), a predator in California cotton. *J. Econ. Entomol.* 77(1): 10-15.

ZUAZÚA, F.; ARAYA, J. E.; GUERRERO, M. A. 2000a. Método de crianza de *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphididae) sobre *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). *Bol. San. Veg., Plagas* 26(3): 433-437.

ZUAZÚA, F.; ARAYA, J. E.; GUERRERO, M. A. 2000b. Efecto de varios insecticidas en la longevidad del parasitoide *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae). *Inv. Agríc. (Chile)* 20(1-2): 39-46.

ZÚÑIGA, E.; SUSUKI, H.; VARGAS, R. 1986. Control biológico de los áfidos (Hom., Aphididae) de los cereales en Chile. III. Multiplicación y producción masiva de depredadores y parasitoides introducidos. *Agricultura Técnica (Chile)* 46(4): 489-494.

APÉNDICE

Apéndice I. Mortalidad de adultos de *H. convergens* a las 24 y 48 h desde la aplicación del insecticida.

Tratamientos	Repetición	Horas después de la aplicación	
		24	48
Strike 2 mL/L	1	15	17
	2	17	17
	3	13	14
	4	18	19
Strike 1 mL/L	1	9	14
	2	19	19
	3	13	16
	4	15	18
Strike 0,5 mL/L	1	10	11
	2	11	12
	3	12	13
	4	9	13
Strike 0,3 mL/L	1	8	9
	2	9	10
	3	7	15
	4	10	14
Strike 0,1 mL/L	1	9	11
	2	6	12
	3	7	13
	4	4	8
Strike 0,03 mL/L	1	1	11
	2	3	8
	3	4	6
	4	8	15
Testigo (agua)	1	4	4
	2	1	1
	3	0	0
	4	0	0

Apéndice II. Mortalidad de huevos de *H. convergens* a las 24 y 48 h desde la aplicación del insecticida.

Tratamientos	Repetición	Horas después de la aplicación	
		24	48
Strike 2 mL/L	1	4	18
	2	1	19
	3	0	20
	4	4	17
Strike 1 mL/L	1	0	20
	2	8	14
	3	0	8
	4	0	20
Strike 0,5 mL/L	1	0	14
	2	0	12
	3	0	16
	4	6	18
Strike 0,3 mL/L	1	0	19
	2	0	18
	3	3	8
	4	2	9
Strike 0,1 mL/L	1	2	2
	2	0	9
	3	0	20
	4	1	15
Strike 0,03 mL/L	1	0	8
	2	0	4
	3	0	13
	4	1	3
Testigo (agua)	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0

Apéndice III. Mortalidad de larvas de *H. convergens* a las 24 y 48 h desde la aplicación del insecticida.

Tratamientos	Repetición	Horas después de la aplicación	
		24	48
Strike 2 mL/L	1	18	20
	2	20	20
	3	19	20
	4	19	20
Strike 1 mL/L	1	20	20
	2	20	20
	3	15	17
	4	18	19
Strike 0,5 mL/L	1	17	19
	2	13	13
	3	10	12
	4	12	16
Strike 0,3 mL/L	1	16	20
	2	12	14
	3	9	11
	4	12	13
Strike 0,1 mL/L	1	9	11
	2	9	12
	3	10	10
	4	10	12
Strike 0,03 mL/L	1	6	6
	2	8	9
	3	5	7
	4	3	8
Testigo (agua)	1	0	0
	2	0	4
	3	1	4
	4	7	7

Apéndice IV. Mortalidad de pupas de *H. convergens* a las 24 y 48 h desde la aplicación del insecticida.

Tratamientos	Repetición	Horas después de la aplicación	
		24	48
Strike 2 mL/L	1	17	19
	2	18	18
	3	20	20
	4	20	20
Strike 1 mL/L	1	4	8
	2	3	3
	3	15	16
	4	2	16
Strike 0,5 mL/L	1	3	8
	2	2	10
	3	1	2
	4	4	1
Strike 0,3 mL/L	1	2	2
	2	1	1
	3	0	11
	4	0	0
Strike 0,1 mL/L	1	1	1
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
Strike 0,03 mL/L	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
Testigo (agua)	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0

Apéndice V. Mortalidad de *A. craccivora* a las 24 y 48 h desde la aplicación del insecticida.

Tratamientos	Repetición	Horas después de la aplicación	
		24	48
Strike 2 mL/L	1	19	20
	2	20	20
	3	20	20
	4	19	20
Strike 1 mL/L	1	19	20
	2	18	20
	3	19	20
	4	19	20
Strike 0,5 mL/L	1	18	20
	2	20	20
	3	15	19
	4	18	20
Strike 0,3 mL/L	1	19	19
	2	14	20
	3	17	20
	4	19	20
Strike 0,1 mL/L	1	17	19
	2	19	20
	3	14	20
	4	13	20
Strike 0,03 mL/L	1	16	17
	2	13	19
	3	10	19
	4	11	20
Testigo (agua)	1	1	1
	2	0	2
	3	0	3
	4	0	2