

Efectos toxicológicos del nim, rotenona y cartap sobre tres microavisas parasitoides de plagas agrícolas en el Perú

J. IANNAONE, G. LAMAS

Trichogramma pintoi, *Copidosoma koehleri* y *Dolichogenidia gelechiidivoris* son tres microavisas controladoras biológicas de plagas clave de importancia agrícola en el Perú. La rotenona y la azadiractina (componente principal del nim), productos de origen botánico, y el plaguicida carbámico, cartap inicialmente de origen animal, fueron evaluados sobre adultos y formas inmaduras de tres microavisas en bioensayos toxicológicos bajo condiciones de laboratorio.

La rotenona, azadiractina y cartap a las máximas dosis empleadas para el control de plagas causaron efectos estadísticamente significativos en el porcentaje de mortalidad de adultos de *T. pintoi*, *C. koehleri* y *D. gelechiidivoris*. La emergencia de adultos de *T. pintoi* a partir de huevos de *Sitotroga cerealella* no se vio afectada por la rotenona y el cartap. Además, la emergencia de adultos de larvas parasitadas de *P. operculella* no se vio afectada por la rotenona y la azadiractina. Nuestros resultados muestran que en la fase adulta las tres microavisas fueron sensibles a los tres productos evaluados, principalmente en los ensayos de contacto-residuales. Se discute la posibilidad de empleo de los insecticidas botánicos, el cartap y las tres microavisas parasitoides en programas de Manejo Integrado de Plagas.

Palabras clave: bioinsecticidas, *Copidosoma*, *Dolichogenidia*, insecticidas botánicos, nim, parasitoide, rotenona, *Trichogramma*.

J. IANNAONE. Escuela de Post Grado. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú. E-mail: joselorena@terra.com
G. LAMAS. Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Apartado 14-0434, Lima 14, Perú. E-mail: glamasm@unmsm.edu.pe

INTRODUCCIÓN

Uno de los métodos de manejo integrado de plagas aplicado en los campos agrícolas, es el control químico, siendo, el más accesible para los pequeños agricultores (PASCUAL, 1996; TENORIO, 1996; PICAÑO *et al.*, 1999; HILL & FOSTER, 2000). Sin embargo, entre las dificultades más importantes están la integración de las tácticas de control biológico y químico, lo que impide la realización de programas de manejo integrado de plagas (MEJÍA *et al.*, 2000; URQUIZO *et al.*, 2000; BRUNNER *et*

al., 2001; VARGAS & UBILLO, 2001). Se ha demostrado que el control químico utilizando plaguicidas sintéticos produce efectos deletéreos en los enemigos naturales de plagas de importancia agrícola (HUANG & LI, 1989; AMALIN *et al.*, 2000). Estudios de laboratorio han mostrado que insecticidas de amplio espectro tales como organofosforados, carbamatos y organoclorados tienen efectos letales significativos sobre los enemigos naturales (MANOSUR, 1987). Los depredadores y los parasitoides, es decir la fauna benéfica, deben ser tomados en consi-

deración al efectuar el control químico de una determinada plaga, por el impacto negativo que tienen los pesticidas (MURRUGARRA *et al.*, 1998; BADAWY & ARNAOUTY, 2000; IANACONE, 2001). Estos efectos colaterales negativos han sido evaluados en artrópodos depredadores (ERKILIC & UYGUN, 1997) y en parasitoides (VAN DER VALK *et al.*, 1997). En general, los parasitoides presentan mayor susceptibilidad a los pesticidas que las plagas (DANFA *et al.*, 1997; MEJÍA *et al.*, 2000). Además, los parasitoides son más afectados por los insecticidas en comparación con los depredadores y entomopatógenos (MANDEVILLE *et al.*, 1990; GEDEN *et al.*, 1992; SCHMUTTERER, 1997; LANDIS & MARINO, 1999). Se han empleado de bioensayos ecotoxicológicos para la evaluación, control y monitoreo de pesticidas (JEPSON, 1993; REPETTO *et al.*, 2000).

Las especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) contribuyen al control de huevecillos de poblaciones plagas de polillas de importancia agrícola (CASTRO *et al.*, 1997; GARCÍA & BUSTAMANTE, 1999). *Trichogramma pintoi* Voegelé es una especie introducida en el Perú en 1973 y actualmente está naturalizada en diversas zonas agroecológicas del país, tanto en la costa como en los Andes (WHU & VALDIVIESO, 1999). Esta especie es considerada un eficiente controlador de huevos de varias especies de lepidópteros considerados plagas agrícolas, como *Heliothis zea* (Boddie), *H. virescens* (Fabr.), *Palpita persimilis* Hubner, *Tuta absoluta* (Meyrick), *Laspeyresia leguminis* Hubner y *Mescinia peruella* Schaus en diversos cultivos (WHU, 1985; FUENTES, 1994; WHU & VALDIVIESO, 1999).

El género *Copidosoma* (Hymenoptera: Encyrtidae) incluye microavispa poliembriónicas parasitoides obligatorias de huevo y larva (GRBIC *et al.*, 1998; HARVEY *et al.*, 2000). *Copidosoma koehleri* Blanchard es un parasitoides nativo de Sudamérica que actúa preferentemente sobre huevecillos del complejo de polillas de la papa como *Symmetrischemma plaesiosema* (Turner), *T. absoluta* y *Phthorimaea operculella* (Zeller)

(RAMÁN *et al.*, 1993; SÁNCHEZ & PALACIOS, 1995a,b).

El género *Dolichogenidia* (Hymenoptera: Braconidae) incluye una especie que anteriormente perteneció al género *Apanteles* (Marsh, 1975). *D. gelechiidivoris* (Marsh) es uno de los parasitoides más importantes de *P. operculella* y de *T. absoluta* (REDOLFI & VARGAS, 1983; CAÑEDO & CISNEROS, 1997a,b).

Estas tres especies de controladores son criadas intensivamente por el Programa Nacional de Control Biológico del Servicio Nacional de Sanidad Agraria en el Perú (PNCB-SENASA, Perú).

Los productos naturales extraídos de ciertas plantas, como *Lonchocarpus nicou* (rotenona) y *Azadirachta indica* Juss (nim), tienen como ventajas ser biodegradables, por ser de origen vegetal (GRUBER, 1992; CÁCERES *et al.*, 2000; IANACONE & MURRUGARRA 2000; ISMAN, 2000; DATTA & SAXENA, 2001; IANACONE & REYES, 2001a,b). La utilización de extractos botánicos le permitirían al agricultor obtener bajos costos en su producción y productos sin impregnaciones tóxicas para la exportación (VALDIVIESO, 1991; CASIDA & QUISTAD, 1998; LANDIS *et al.*, 2000).

El hidrocloreto de cartap es una sustancia química derivada de la nereistoxina, extraída de poliquetos marinos. Es un plaguicida carbámico usado a nivel mundial en el control de plagas agrícolas como *T. absoluta* en el cultivo de tomate y *Phyllocnistis citrella* Stainton en cítricos (BEZERRIL *et al.*, 1992; RAE *et al.*, 1996; REIS & SOUZA, 1998). Además se ha utilizado como moluscicida (XIA *et al.*, 1992).

Sin embargo, debe evaluarse la toxicidad de estos productos botánicos y del cartap sobre vertebrados y enemigos naturales, empleando bioensayos toxicológicos (FERNÁNDEZ, 2000; BELMAIN *et al.*, 2001).

La presente investigación tuvo como objetivos evaluar la actividad insecticida del nim, rotenona, y el cartap sobre adultos de *Trichogramma pintoi*, *Copidosoma koehleri* y *Dolichogenidia gelechiidivoris*, y deter-

minar la actividad insecticida de los mismos compuestos sobre los inmaduros de *T. pintoi* y *C. koehlerii*.

MATERIALES Y MÉTODOS

EXTRACTOS BOTÁNICOS

Se siguieron los protocolos de trabajo propuestos por LOCK DE UGAZ (1994), BENER (1996) y HOSS (1999) para la preparación de la muestra y los extractos crudos.

Nim

El bioplaguicida empleado fue nim (Neem-X®, extracto etanólico, 0,3 % de azadiractina), que tiene como principal ingrediente activo a la azadiractina, que presentó las siguientes propiedades fisicoquímicas: solubilidad en agua = 0,00005 mg L⁻¹ a 25°C; solubilidad en otros solventes = no disponible; punto de ebullición = no disponible; punto de fusión = no disponible; presión de vapor > 2 mmHg a 25 °C; coeficiente de partición = 12,3; tiempo de vida media < 100 h en agua. Para los bioensayos con las microavispa la sustancia química se disolvió al 1% en agua destilada (pH = 7,2; conductividad específica = 70 umhos cm⁻¹). Para el ensayo definitivo con nim se emplearon concentraciones de IA de azadiractina en forma creciente y un factor de dilución con una tendencia de 0,5. En el caso de los adultos de *T. pintoi*, para el ensayo definitivo con nim se emplearon las siguientes concentraciones de IA: 2, 4, 8, 16 y 32 mg L⁻¹. Para el ensayo definitivo de emergencia de adultos de *T. pintoi* se usaron las siguientes concentraciones de IA: 2, 4, 8, 20 mg y 40 mg L⁻¹. Para los adultos de *C. koehlerii* se emplearon las siguientes concentraciones de IA: 2, 4, 8 y 16 mg L⁻¹ y para la emergencia de adultos de larvas momificadas de *P. operculella* se usó una concentración de 32 mg (IA) L⁻¹. Finalmente, para *D. gelechiidivoris* se utilizaron en los bioensayos definitivos con nim las siguientes concentraciones de IA: 1, 2, 4, 8 y 16 mg L⁻¹. Las concentraciones de aplicación del nim para el control de plagas en agricultura fluctúan entre 16 y 28 mg IA L⁻¹.

Rotenona

Se utilizó el formulado Agrosan® 8% P, con las siguientes propiedades fisicoquímicas de la rotenona: solubilidad en agua = 0,2 mg L⁻¹ a 28°C; punto de ebullición = 210 a 220 °C; punto de fusión = 165- 166°C; densidad = 1,27 a 28°C; tiempo de vida media = 3 d en suelos arenosos. Para los bioensayos con los parasitoides la sustancia química se disolvió al 1% en agua destilada (pH = 7,2; conductividad específica = 70 umhos cm⁻¹). Se emplearon concentraciones de IA en forma creciente y un factor de dilución de 0,5. En el caso de los adultos de *T. pintoi* para el ensayo definitivo con rotenona se emplearon las siguientes concentraciones de IA: 400, 800, 1600 y 3200 mg L⁻¹. Para el ensayo definitivo de emergencia de adultos de *T. pintoi* se usaron las siguientes concentraciones de IA: 200, 400, 800, 1600 y 4000 mg L⁻¹. Para los adultos de *C. koehlerii* se emplearon las siguientes concentraciones de IA: 400, 800, 1600 y 3200 mg L⁻¹ y para la emergencia de adultos de larvas de *P. operculella* se usó una concentración de 3200 mg (IA) L⁻¹. Finalmente, para *D. gelechiidivoris* se utilizaron en los bioensayos definitivos con rotenona las siguientes concentraciones de IA: 50, 100, 200, 400, 800, 1600 y 3200 mg L⁻¹. La concentración de aplicación para el control de plagas en agricultura fluctúa entre 640 y 960 mg IA L⁻¹.

Cartap

El formulado utilizado fue Bala® 50 PS, con las siguientes propiedades fisicoquímicas del cartap: solubilidad en agua = 178 g L⁻¹ a 20 °C y 200 g L⁻¹ a 25 °C; punto de ebullición = 179–181 °C; tiempo de vida media en el agua = 10 min a pH 7 y 25 °C. Para los bioensayos con las microavispa, la sustancia química se disolvió al 1% en agua destilada (pH = 7,2; conductividad específica = 70 umhos cm⁻¹). Para los ensayos definitivos se emplearon concentraciones de IA en forma creciente y un factor de dilución principalmente de 0,5. En el caso de los adultos de *T. pintoi*, para el ensayo definitivo se emplearon las siguientes concentraciones de IA: 9,38, 18,75, 37,5, 75, 1250, 2500,

5000 y 10000 mg L⁻¹. Para el ensayo definitivo de emergencia de adultos de *T. pintoi* se usaron las siguientes concentraciones de IA: 312,5, 625, 1250, 2500, 5000 y 10 000 mg L⁻¹. Para los adultos de *C. koehleri* se emplearon las siguientes concentraciones de IA: 39,06, 156,2, 312,5, 625, 1250, 2500 y 5000 mg L⁻¹. Finalmente, para *D. gelechiidivoris* se utilizaron en los bioensayos definitivos las siguientes concentraciones de IA: 18,75, 37,5, 75, 625, 1250, 2500 y 5000 mg L⁻¹. La dosis de aplicación para el control de plagas en agricultura es de 1000 mg IA L⁻¹ como promedio.

PARASITOIDES

Trichogramma pintoi

Las formas adultas (hembras y machos) de *T. pintoi* se obtuvieron a partir de crías estandarizadas del Programa Nacional de Control Biológico (PNCB)-SENASA, mantenidas desde el 02 de junio de 1973, y regularmente se adicionó material de campo con el fin de mantener la representatividad genética de la colonia. La especie se identificó a nivel del estadio adulto usando las claves de PINTO *et al.* (1983). La crianza de *T. pintoi* siguió las recomendaciones de FUENTES (1994), usando como hospedero a *Sitotroga cerealella*. Se utilizó el ensayo de toxicidad por contacto-residual para las microavispas adultas y el de aplicaciones tópicas para los huevos parasitados de *S. cerealella*.

Copidosoma koehleri y *Dolichogenidia gelechiidivoris*

Ejemplares de estas especies fueron obtenidos de una colonia mantenida por diez años para *C. koehleri* y dos años para *D. gelechiidivoris*, del PNCB, Vitarte, Lima, Perú. Ambas colonias fueron recibidas inicialmente del Centro Internacional de la Papa (CIP), Perú. *C. koehleri* fue criado en el laboratorio sobre huevos y larvas de *P. operculella* bajo condiciones no controladas de temperatura de 25 ± 3 °C y 12 h de fotoperíodo. Su identificación se realizó con las claves de NOYES (1980). Los especímenes de *D. gelechiidivoris* se identificaron con la des-

cripción de MARSH (1975). Para *C. koehleri* se utilizó envases medianos y para *D. gelechiidivoris* viales grandes (Cuadro 1).

BIOENSAYOS

Se realizaron los ensayos definitivos usando mayormente un factor de dilución de 0,5 para el cálculo de las concentraciones decrecientes. Los valores pH se midieron en dos réplicas al inicio del ensayo, estandarizándose a 6 ± 0,5 (IANACONE & GUTIÉRREZ, 1999). Se utilizaron en todos los bioensayos concentraciones en mg (IA) L⁻¹, bajo condiciones no controladas de temperaturas de 24 ± 3°C.

Toxicidad por aplicaciones tópicas

Se efectuaron las aplicaciones tópicas por inmersión usando huevos de *S. cerealella* parasitados por *T. pintoi*, adheridos a pequeños cuadrados de cartulina de 6 mm x 6 mm, y larvas momificadas de *P. operculella* parasitadas por *C. koehleri*, durante 10 s, en placas petri de plástico pequeñas en las diluciones de los insecticidas y en agua destilada, siguiendo las recomendaciones de BRUNNER *et al.* (2001). Después de la inmersión, fueron colocados en papel Tissue® por 10 min para absorber lo restante de las soluciones acuosas, permitiendo el secado ambiental por 1 h. Esto está en conformidad con el procedimiento de la Organización Internacional en Control Biológico e Integridad (IOBC) (HASSAN, 1992). Se aplicaron varias concentraciones crecientes de los extractos botánicos y el cartap en agua destilada en mg (IA) L⁻¹. Se trataron huevos (1 cuadrado de cartulina /repetición) y 10 larvas momificadas por cada concentración de cada sustancia evaluada (5 especímenes/repetición). Los huevos fueron aislados en

Cuadro 1. Tipos y características biométricas de los viales de vidrio empleados en los bioensayos toxicológicos.

Tipo de vial	radio (cm)	Altura (cm)	Área total interna (cm ²)
pequeño	0,5	2,7	9,26
mediano	0,7	3,7	17,08
grande	1	5	34,55

viales de vidrios grandes (Cuadro 1) y las larvas momificadas se colocaron en viales grandes (Cuadro 1). Los viales fueron dispuestos en posición horizontal en una caja de plástico (DANFA *et al.*, 1997). Después de las aplicaciones tópicas, los viales se mantuvieron tapados en oscuridad bajo condiciones de cría, realizándose las lecturas hasta la eclosión de los adultos de *T. pinto* de los huevos de *S. cerealella* y emergencia de adultos de *C. koehleri* de las larvas momificadas de *P. operculella* sobre el 80% en el agua destilada. El porcentaje de emergencia de adultos de *T. pinto* se calculó contando el número de huevos de *S. cerealella* que tenían al menos un orificio de emergencia de adultos, dividiéndolo entre el número total de huevos parasitados y multiplicándolo por 100. El porcentaje de emergencia de *C. koehleri* se calculó contando el número de microavispa emergidas de una larva momificada de *P. operculella*, dividiéndolo entre el número total de cámaras parasitadas por larva (además se contó el número de adultos formados no emergidos y el número de formas inmaduras de *C. koehleri*). La toxicidad se expresó en mg (IA) L⁻¹.

Toxicidad por contacto-residual

Estos ensayos se llevaron a cabo para los adultos de las tres microavispa. Para *T. pinto*, las pruebas toxicológicas se realizaron con cohortes de hembras y machos colocados al azar y menos de 24 h de emergidos de los huevos de *S. cerealella*. Los bioensayos se efectuaron bajo condiciones de oscuridad. Las lecturas se hicieron en viales pequeños tapados con una torunda de algodón en ensayos estáticos (Cuadro 1). El indicador de la prueba de mortalidad fue la inmovilización de los especímenes, durante 10 s de observación bajo el microscopio estereoscópico (SMILANICK *et al.*, 1996; DANFA *et al.*, 1997; BRUNNER *et al.*, 2001). Los adultos no fueron alimentados antes de los bioensayos toxicológicos. Los extractos botánicos disueltos en agua destilada, el cartap y el agua destilada se aplicaron en viales de vidrio esparciendo 12,5 µL para los viales pequeños.

Para *C. koehleri* y *D. gelechiidivoris*, todos los viales fueron cerrados con una torunda de algodón. Para *C. koehleri*, se agregó 12,5 µL a los viales medianos de cada una de las concentraciones acuosas, con ayuda de una pipeta automática con puntas

Cuadro 2. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de toxicidad aguda con *Trichogramma pinto*.

Tipo de bioensayo	estático, contacto-residual
Tiempo de exposición	12 y 24 h
Temperatura	24 ± 3 °C
pH de la solución	6 ± 0,5
Fotoperiodo	oscuridad
Tamaño de envase, área interna total en cm ²	pequeño, 9,26
Volumen de solución esparcida en las paredes internas	12,5 µL
Edad de organismos	adulto entre 0 y 24 h
Nº de réplicas por concentración	4
Nº de concentración más control	mínimo cuatro
Nº de organismos por concentración	20
Nº de organismos por envase	5
Régimen de alimentación	no requiere alimentación
Agua control y de dilución	destilada
Tiempo de observación en los viales de vidrio	10 s de observación bajo el microscopio 40 X
Respuesta letal	mortalidad (inmovilización y no posados al vial de vidrio)
Criterio de aceptabilidad sugerida	sobre 70% de sobrevivencia en los controles

descartables y luego con un hisopo se esparció homogéneamente sobre la superficie interna del vial. Para *D. gelechiidivoris*, se adicionó a cada vial grande 25 μL , y realizando el mismo procedimiento anteriormente descrito. Sin embargo, este protocolo no previene que los insectos se adhieran a la superficie no tratada (torunda de algodón) (DANFA *et al.*, 1997). Posteriormente se permitió el secado de los viales a temperatura ambiente durante 2 h o alternativamente a una temperatura de 35°C en una estufa durante 1 h con sus respectivos tapones o torundas de algodón. Los experimentos para ambas microavispa se realizaron con cohortes de adultos con menos de 48 h de emergidos, sólo *D. gelechiidivoris* fue alimentada con una solución de miel de abeja al 1%, previo al bioensayo. Se emplearon al azar individuos machos y hembras, tomados de los frascos de emergencias de adultos. Para cada una de las pruebas se utilizaron 100-120 individuos. Los individuos se consideraron muertos cuando no se posaron sobre el vial de vidrio y se encontraron al fondo del recipiente con las patas dirigidas hacia arri-

ba, durante 10 s de observación al microscopio estereoscópico. El tratamiento control consistió en agua destilada. Se utilizaron cuatro repeticiones (1 vial = 1 repetición) por tratamiento. Estos ensayos se realizaron por duplicado. Se condujeron ensayos de toxicidad aguda estáticos de residuos en oscuridad. Los viales se mantuvieron en condiciones de cría y se observó la mortalidad acumulada a diferentes h de exposición (HASSAN, 1992). Las lecturas se continuaron siempre y cuando la mortalidad en el control no fuera mayor al 35 %, considerándose este valor alto debido a que las microavispa no se alimentaron durante el bioensayo. Para las tres microavispa se colocaron cinco adultos al azar por vial. La temperatura ambiental del ensayo fue de $25 \pm 3^\circ\text{C}$. La toxicidad se expresó en mg (IA) L^{-1} y en ng (IA) cm^{-2} .

DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Todos los bioensayos de toxicidad con los parasitoides se evaluaron con las concentraciones nominales respectivas en un Diseño en Bloque Completamente Randomizado

Cuadro 3. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de toxicidad aguda con *Copidosoma koehleri*.

Tipo de bioensayo	estático, contacto-residual
Tiempo de exposición	12 y 24 h
Temperatura	$24 \pm 3^\circ\text{C}$
pH de la solución	$6 \pm 0,5$
Fotoperiodo	oscuridad
Tamaño de envase, área interna total en cm^2	mediano, 17,08
Volumen de solución esparcida en las paredes internas	12,5 μL
Edad de organismos	adulto < 48 h
Nº de réplicas por concentración	4
Nº de concentración más control	mínimo cuatro
Nº de organismos por concentración	20
Nº de organismos por envase	5
Régimen de alimentación	no requiere alimentación
Agua control y de dilución	destilada
Tiempo de observación en los viales de vidrio	10 s de observación bajo el microscopio estereoscópico a 40 X
Respuesta letal	mortalidad (inmovilización y no posados al vial de vidrio)
Criterio de aceptabilidad sugerida	sobre 70% de supervivencia en los controles

Cuadro 4. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de toxicidad aguda con *Dolichogenidia gelechii-divoris* (Marsch)

Tipo de bioensayo	estático, contacto-residual
Tiempo de exposición	12 y 24 h
Temperatura	24 ± 3 °C
pH de la solución	6 ± 0,5
Fotoperiodo	oscuridad
Tamaño de envase, área interna total en cm ²	grande, 34,55
Volumen de solución esparcida en las paredes internas	25 µL
Edad de organismos	adulto < 48 h
Nº de réplicas por concentración	4
Nº de concentración más control	mínimo cuatro
Nº de organismos por concentración	20
Nº de organismos por envase	5
Régimen de alimentación	requiere alimentación con miel previo al ensayo
Agua control y de dilución	destilada
Tiempo de observación en los viales de vidrio	10 s de observación bajo el microscopio estereoscopio a 40 X
Respuesta letal	mortalidad (inmovilización)
Criterio de aceptabilidad sugerida	sobre 70% de sobrevivencia en los controles

(DBCR). La eficacia de los tratamientos se evaluó a través de un Análisis de Varianza (ANDEVA) de dos vías con el modelo aditivo lineal, previa transformación de los datos a arcoseno (Porcentaje de mortalidad o emergencia/100)^{0.5} antes del análisis, para estabilizar el error de la varianza (ZAR, 1996). En el caso de existir diferencias sig-

nificativas entre las réplicas y los tratamientos se realizó una prueba DVS (Diferencias Verdaderamente Significativas) de Tukey (NORMAN & STREINER, 1996). Además se evaluó empleando o un ANDEVA o una prueba de t de Student, para determinar si existían diferencias en los porcentajes de mortalidad o emergencia de adultos entre

Cuadro 5. Efecto del nim en la mortalidad de adultos de la microavispa *Trichogramma pintoi* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	ng (IA) cm ⁻²	6 h		12 h	
		% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.
agua destilada	-	25 (0)	aA	30 (0)	aA
azadiractina					
2	2,69	30 (6,71)	aA	35 (9,21)	aA
4	5,38	35 (13,38)	abA	55 (37,15)	bB
8	10,76	35 (13,38)	abA	75 (65,08)	cB
16	21,52	40 (20,04)	bA	75 (65,08)	cB

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P=0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

Nim expresado en IA de azadiractina.

Cuadro 6. Efecto del nim en la mortalidad de adultos de microavispa *Trichogramma pintoi* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	ng (IA) cm ⁻²	3 h		6 h		12 h	
		% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.
agua destilada	-	0	aA	15 (0)	aAB	25 (0)	aB
azadiractina							
4	5,38	0	aA	0 (0)	aA	35 (13,25)	bB
8	10,76	0	aA	0 (0)	aA	45 (26,60)	abB
16	21,52	0	aA	15 (0)	aA	50 (33,27)	bB
32	43,04	0	aA	15 (0)	aA	65 (53,29)	bB

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)
 Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P=0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)
 Sig.= Significancia
 Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.
 Nim expresado en IA de azadiractina.

diferentes períodos de exposición. Los análisis estadísticos fueron realizados con los valores ajustados según la fórmula de Abbot, cuando se encontró en los bioensayos mortalidades diferentes de cero en el control o agua destilada. Los resultados del análisis están en conformidad con el procedimiento de la American Society for Testing and Materials en Pruebas de Ecotoxicidad (ASTM, 1989). La Concentración Letal media (CL₅₀) y sus límites de confianza al 95% se calcularon usando un programa computarizado de la USEPA (Agencia de Protección ambiental de los Estados Unidos). Se utilizó el coeficiente de correlación lineal de Pearson para determinar si existían diferencias significativas entre los valores de CL₅₀ de los tres pesticidas para las tres microavispa. Para el cálculo de la estadística descriptiva e inferencial se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 7,5 en español para Windows 95®. Los datos no transformados se presentan en los cuadros respectivos.

RESULTADOS

Protocolos toxicológicos

Los Cuadros 2-4 muestran la secuencia de los protocolos de bioensayo toxicológico

propuestos para *T. pintoi*, *C. koehleri* y *D. gelechiidivoris*, respectivamente. Para las tres especies se sugiere un tiempo de duración del bioensayo toxicológico no mayor de 24 h. El tamaño del envase y el volumen de solución esparcida en las paredes internas del vial depende del tipo de bioensayo y la especie empleada (Cuadro 1).

Trichogramma pintoi

El Cuadro 5 muestra el efecto del nim en un primer bioensayo sobre la mortalidad de adultos de *T. pintoi* a 6 y 12 h de exposición. Nótese que la concentración de 16 mg (IA) L⁻¹ es diferente del control a 6 h de exposición. En cambio, a 12 h de exposición, ya se observa desde 4 mg (IA) L⁻¹ diferencias estadísticamente significativas en comparación con el agua destilada. Además, desde 4 mg (IA) L⁻¹, ya existen diferencias en los porcentajes de mortalidad de *T. pintoi* entre las 6 y 12 h. El Cuadro 6 indica, en un segundo bioensayo, el efecto del nim sobre la mortalidad de los adultos de *T. pintoi* a 3, 6 y 12 h de exposición. A las 3 h de exposición no se observó ningún efecto en la mortalidad, inclusive a concentraciones de 32 mg (IA) L⁻¹. Sin embargo, a las 12 h, a una concentración de 16 mg (IA) L⁻¹, ya se observan efectos de mortalidades diferentes al agua destilada. De igual forma, los por-

Cuadro 7. Efecto de la rotenona y cartap en la mortalidad de adultos de la microavispa *Trichogramma pintoi* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	ng (IA) cm ⁻²	1 h		3 h		12 h		24 h	
		% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.
agua destilada	-	0	aA	0	aA	10 (0)	aA	35 (0)	aA
rotenona									
400	518,35	10	aA	15	aA	15 (5,72)	aA	40 (9,29)	aA
800	1036,71	20	aA	25	bA	25 (16,81)	aA	60 (39,53)	bB
1 600	2073,43	10	aA	25	bA	25 (16,81)	aA	70 (54,65)	bB
3 200	4146,86	10	aA	25	bA	30 (22,36)	abA	70 (54,65)	bB
cartap									
9,38	12,66	40	bA	55	cA	55 (49,99)	bA	65 (46,10)	bA
18,75	25,32	70	cA	85	dAB	95 (94,44)	cB	95 (92,30)	cB
37,5	50,64	100	dA	100	eA	100	cA	100	cA
75	101,29	100	dA	100	eA	100	cA	100	cA

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P=0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

centajes de mortalidad son diferentes entre las 6 y 12 h desde 4 mg (IA) L⁻¹. Los efectos tóxicos observados fueron a concentraciones del nim menores que las empleadas en el control de plagas.

Los Cuadros 7-8 indican los efectos biocidas de la rotenona y del cartap sobre adultos de *T. pintoi*. La rotenona ocasionó a 800 mg (IA) L⁻¹, a 3 h de exposición, un efecto estadísticamente diferente al control. A periodos de exposición más cortos (< 1 h), no se observó mortalidad de adultos diferentes al control (Cuadro 7). Para el caso del cartap, a concentraciones de 9,38 mg (IA) L⁻¹ se observaron efectos estadísticamente significativos en comparación al agua destilada y solo a 1 h de exposición (Cuadro 7). A concentraciones más altas, se observaron altas mortalidades a 24 h de exposición (Cuadro 8).

Los Cuadros 9-10, muestran los efectos en dos bioensayos de azadiractina, rotenona y cartap sobre la emergencia de adultos de *T. pintoi* a partir de huevos de *S. cerealella*; en varias de las concentraciones empleadas se

observa diferencias estadísticamente significativas en comparación con el control. Además, se nota diferencias en los porcentajes de emergencia dependiendo del tiempo de parasitismo del huevo. Así, para la azadiractina en huevos con 24 h de parasitados, a 8 mg (IA) L⁻¹ presentó un menor porcentaje de

Cuadro 8. Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de la microavispa *Trichogramma pintoi* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	ng (IA) cm ⁻²	24 h	
		% Mortalidad	Sig.
agua destilada	-	10 (0)	a
cartap			
1 250	3375	90 (88,23)	b
2 500	6750	100 (100)	b
5 000	13 500	100 (100)	b
10 000	27 000	100 (100)	b

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

Cuadro 9. Efecto del del nim, rotenona y cartap en la emergencia de adultos de la microavispa *Trichogramma pinto* a partir de huevos parasitados de *Sitotroga cerealella* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	(huevos 24 h parasitados)		(huevos de 96 h parasitados)	
	% Emergencia	Sig.	% Emergencia	Sig.
agua destilada	80,37	aA	83,80	aA
azadiractina				
4	71,86	abA	71,21	bA
8	66,01	bB	83,64	aA
rotenona				
400	44,97	cB	76,61	aA
800	54,25	cA	55,07	bA
cartap				
1 250	0	dA	0	dA
2 500	0	dA	0	dA
5 000	0	dA	0	dA
10 000	0	dA	0	dA

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P=0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia - Nim expresado en IA de azadiractina.

Cuadro 10. Efecto del nim, rotenona y cartap en la emergencia de adultos de la microavispa *Trichogramma pinto* a partir de huevos de *Sitotroga cerealella* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	huevos 144 h parasitados)	
	% Emergencia	Sig.
agua destilada	87,00	a
azadiractina		
2	82,27	ab
4	81,80	ab
20	79,80	b
40	70,98	b
rotenona		
200	71,95	b
400	71,97	b
1 600	66,44	b
4 000	46,91	c
cartap		
312,5	28,85	d
625	26,36	d

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Nim expresado en IA de azadiractina.

emergencia en comparación con 96 y 144 h. Para la rotenona a 400 mg (IA) L⁻¹, se vio el mismo patrón que la azadiractina. Aunque, en los dos bioensayos con el cartap no se utilizaron las mismas concentraciones, se observa que a 1.250 mg (IA) L⁻¹ con huevos de 24 y 96 h de parasitados, hay 0% de emergencia, y cuando en el segundo bioensayo la concentración es 50% menor (625 mg (IA) L⁻¹) y se emplean huevos con 144 h de parasitados, hay un ligero incremento en el porcentaje de emergencia de adultos (26,36%).

Copidosoma koehleri

El Cuadro 11 muestra el efecto de la azadiractina sobre *C. koehleri* a 6, 12 y 24 h de exposición. Esta especie es sensible a la acción de esta sustancia química, inclusive desde concentraciones de 2 mg (IA) L⁻¹ a 6 h de exposición. Se observó una alta mortalidad en el control, que tuvo que ser corregido con la fórmula de Abbott (Cuadro 11). El Cuadro 12 indica que la rotenona presentó efectos significativos en comparación con el agua destilada desde 800 mg

Cuadro 11. Efecto del nim en la mortalidad de adultos de la microavispa *Copidosoma koehleri* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	ng (IA) cm ⁻²	6 h		12 h		24 h	
		% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.
agua destilada		30 (0)	aA	30 (0)	aA	50 (0)*	aA
azadiractina							
2	2,92	65 (50,00)	bA	70(57,13)	bA	80(60,04)	bA
4	5,85	60 (42,86)	bA	70(57,13)	bA	90(80,02)	bB
8	11,70	70 (57,14)	bA	75(64,28)	bA	90(80,02)	bB
16	23,41	65 (50,00)	bA	80(71,42)	bB	90(80,02)	bB

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P=0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

* = Superior a los criterios de aceptabilidad.

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

Nim expresado en IA de azadiractina.

Cuadro 12. Efecto de la rotenona en la mortalidad de adultos de la microavispa *Copidosoma koehleri* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	ng (IA) cm ⁻²	6 h		12 h		24 h		48 h	
		% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.
agua destilada		0	aA	0	AA	15 (0)	aA	70 (0)*	aA
rotenona									
400	731,52	0	aA	0	AA	7,7 (0)	aA	76,92 (23,07)	aB
800	1463	0	aA	0	AA	30 (15,27)	aA	70 (0)	aA
1 600	2926	0	aA	0	AA	33,33 (19,30)	bB	76,66 (22,20)	aB
3 200	5852	0	aA	25	bB	92 (90,32)	cC	100	bC

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P=0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

* = Superior a los criterios de aceptabilidad.

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

(IA) L⁻¹ a 24 h de exposición. Además, es notorio el aumento de los porcentajes de mortalidad entre 12 y 24 h. El Cuadro 13 señala el efecto del cartap en el porcentaje de mortalidad en ensayos estáticos de contacto y residuales. A concentraciones relativamente bajas, de 39,06 mg (IA) L⁻¹ a 1 h de exposición, se observa un 90% de mortalidad. El Cuadro 14 indica el efecto de la azadiractina y rotenona sobre la emergencia

de adultos de *C. koehleri* a partir de *P. operculella*; a las concentraciones utilizadas solo la azadiractina resultó siendo diferente al agua destilada.

Dolichogenidia gelechiivoris

El Cuadro 15 indica el efecto de contacto-residual del nim y rotenona sobre la mortalidad de *D. gelechiivoris*. Para el nim se observó diferencias significativas desde 8 mg (IA) L⁻¹ en comparación con el agua destilada a 24 y 48 h de exposición. Sin embar-

Cuadro 13. Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de la microavispa *Copidosoma koehleri* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	ng (IA) cm ⁻²	1 h		3 h	
		% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.
agua destilada	-	0	aA	0	a
cartap					
39,06	57,14	90	bA	100	bA
156,2	285,74	95	bA	100	bA
312,5	571,50	95	bA	100	bA
625	1143	100	bA	100	bA
1 250	2286	100	bA	100	bA
2 500	4572	100	bA	100	bA
5 000	9144	100	bA	100	bA

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P=0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

go, no se apreció diferencias en los porcentajes de mortalidad entre las 24 y 48 h. Los Cuadros 16-17 muestran en un segundo y tercer bioensayo toxicológicos los efectos de los extractos botánicos; se observa para el nim nuevamente a partir de la misma concentración de 8 mg (IA) L⁻¹ diferencias estadísticamente significativas, inclusive en el segundo bioensayo desde las 6h de exposición (Cuadro 16). En estos ensayos se observó diferencias en los porcentajes de mortalidad entre 12 y 24 h. Los Cuadros 18-19 muestran el efecto del cartap a una concen-

tración de 75 mg (IA) L⁻¹, con un 30% de mortalidad estadísticamente diferente al control a 3 h de exposición. El Cuadro 19 muestra que existe 50% de mortalidad a una h de exposición a 2500 mg (IA) L⁻¹.

Análisis comparativo global

Los Cuadros 20-22 muestran la toxicidad aguda en términos de CL₅₀ en mg (IA) L⁻¹ para la azadiractina, rotenona y cartap para los parasitoides, con la siguiente secuencia de sensibilidad en orden descendente a 12 h de exposición: *C. koehleri* > *D. gelechiidivovris* > *T. pintoii* (Cuadro 20). En cambio, en el caso de la rotenona se observó otra secuencia de mayor sensibilidad en orden descendente a 24 h de exposición: *D. gelechiidivovris* > *T. pintoii* > *C. koehleri* (Cuadro 21). Finalmente, para el cartap la secuencia fue: *T. pintoii* > *C. koehleri* > *D. gelechiidivovris* (Cuadro 22). Ninguna de las tres avispas resultó ser la más sensible a la acción de las tres sustancias químicas. El Cuadro 23 muestra una evaluación comparativa entre los tres modelos de bioensayos con microavisvas. Además, se realizó una relación lineal entre los valores de CL₅₀ para los tres pesticidas en las tres microavisvas, no existiendo

Cuadro 14. Efecto del nim y rotenona en la emergencia de la microavispa *Copidosoma koehleri* de larvas momificadas de *Phthorimaea operculella* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	%	Sig.
agua destilada	90,00	a
rotenona 3200	83,9	ab
azadiractina 32	78,45	b

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Nim expresado en IA de azadiractina.

Cuadro 15. Efecto del nim y rotenona en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	ng (IA) cm ⁻²	24 h		48 h	
		% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.
agua destilada	-	0	aA	20 (0)	aA
azadiractina					
1	0,72	20	aA	30 (12,5)	aA
2	1,44	0	aA	20 (0)	aA
4	2,89	10	aA	20 (0)	aA
8	5,78	70	bA	80 (75)	bA
16	11,57	100	bA	100 (100)	bA
rotenona					
50	36,17	0	aA	0	aA
100	72,36	0	aA	0	aA
200	144	0	aA	0	aA
400	289	0	aA	0	aA
800	578	30	bA	50	bB

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

Nim expresado en IA de azadiractina.

Cuadro 16. Efecto del nim y rotenona en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	ng (IA) cm ⁻²	6 h		12 h		24 h	
		% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.
agua destilada	-	10	aA	20	aA	30	aA
rotenona							
200	144	0	aA	0	aA	30	aB
400	289	30	bA	40	bA	40	aA
800	578	40	bA	70	cB	70	bB
1 600	1 157	70	cA	80	cA	80	bA
3 200	2 315	70	cA	90	cB	90	bB
azadiractina							
4	2,89	10	aA	30	aB	70	bC
8	5,78	30	bA	70	cB	90	bC
16	11,57	54,4	bcA	91	cB	91	bC

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Nim expresado en IA de azadiractina.

Cuadro 17. Efecto del nim y rotenona en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	ng (IA) cm ⁻²	3 h		6 h		12 h		24 h	
		% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.
agua destilada	-	10	aA	20	aAB	20	aAB	25	aB
rotenona									
400	289	15	aA	30	aAB	30	aAB	50	bB
800	578	15	aA	25	aA	30	aA	60	bC
1 600	1157	25	abA	35	aA	55	abB	60	bB
3 200	2315	40	bA	60	bAB	75	bAB	95	cB
azadiractina									
8	5,78	10	aA	10	aA	18,75	aA	60	bB
16	11,57	10	aA	20	aA	20	aA	70	bcB

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)
Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)
Sig.= Significancia
Nim expresado en IA de azadiractina.

Cuadro 18. Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	mg (IA) cm ⁻²	0,33 h		1 h		3 h		6 h		12 h		24 h		48 h	
		% M	Sig.	% M	Sig.	% M	Sig.	% M	Sig.	% M	Sig.	% M	Sig.	% M	Sig.
testigo	-	0	aA	0	aA	0	aA	0	aA	0	aA	5	aA	15	aB
cartap															
18,75	0,234	0	aA	0	aA	0	aA	0	aA	0	aA	15	aB	15	aB
37,5	0,468	0	aA	0	aA	0	aA	0	aA	0	aA	10	aA	30	bB
75	0,937	10	bA	15	bA	30	bB	35	bB	35	bB	35	bB	35	bB

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)
Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)
Sig.= Significancia
M= mortalidad.

ningún tipo de correlación significativa entre sí (Cuadro 24).

DISCUSIÓN

Nuestros resultados indican que el efecto del nim, rotenona y cartap sobre los parasitoides varían con el tipo insecticida, el tipo de ensayo, la especie evaluada y la fase de

desarrollo del insecto (AHN *et al.*, 1992), lo que coincide con lo encontrado por VARGAS & UBILLO (2001), quienes evaluaron cinco microavispa parasitoides de plagas en frutales: *Amitus spiniferus* (Brèthes) (Hymenoptera: Aphelinidae) que controla a *Aleurothrix floccosus* Mask (Homoptera: Aleyrodidae); *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) que controla

Cuadro 19. Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* a diferentes h de exposición en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	mg (IA) cm ⁻²	1 h		3 h		6 h		12 h		24 h	
		% M	Sig.	% M	Sig.	% M	Sig.	% M	Sig.	% M	Sig.
agua destilada	-	0	aA	0	aA	0	aA	20	aA	20	aA
cartap											
625	0,452	20	aA	30	bA	40	bAB	60	bBC	80	bC
1 250	0,904	10	aA	50	bB	70	cB	80	bB	80	bB
2 500	1,809	50	bA	60	bcA	80	cB	90	cB	93,3	bB
5 000	3,618	53,3	bA	80	cB	80	cB	86,6	bcBC	100	bC

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Promedio en una misma línea horizontal seguidos por la misma letra mayúscula no difieren significativamente a P=0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

M= mortalidad.

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

pulgones (Homoptera: Aphididae); *Metaphycus flavus* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae), parasiando a *Saissetia oleae* Bernard y *Saissetia coffeae* Bernard (Homoptera: Coccidae); *Pauridia peregrina* Timberlake (Hymenoptera: Encyrtidae) que controla a *Pseudococcus* sp.; y *Scutellista caeruleae* (Fonscolombe) (Hymenoptera:

Eupelmidae) que controla a *S. oleae*. Ellos encontraron valores de toxicidad variables entre las cinco especies de himenópteros, con 11 pesticidas químicos a las concentraciones máximas recomendadas en la agricultura. Además, NAVARRO & MARCANO (2000) señalan para *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman & Platner que los estados inmaduros son menos sensibles que los adultos. Los resultados obtenidos en los adultos e inmaduros de *T. pintoi* y *C. koehleri* presentaron este último patrón.

Se ha demostrado que las especies de *Trichogramma* son muy sensibles a la acción de productos químicos sintéticos, como numerosos insecticidas y fungicidas (CONSOLI *et al.*, 1998; NAVARRO & MARCANO, 2000; SUH *et al.*, 2000; BRUNNER *et al.*, 2001; DELPUECH *et al.*, 2001). Nuestros resultados muestran que la azadiractina, rotenona y cartap provocaron efectos toxi-

Cuadro 20. Toxicidad aguda (CL₅₀ en mg (IA) L⁻¹) de la azadiractina (principal ingrediente activo del nim) sobre tres microavisas en bioensayos toxicológicos.

Especies	6h	12h	24h
<i>Trichogramma pintoi</i>	377,45a	18,24b	-
<i>Copidosoma koehleri</i>	5,65a	1,077b	0,413b
<i>Dolichogenidia gelechiidivoris</i>	15,56a	7,11ab	4,07b

Letras minúsculas iguales en una misma línea horizontal señalan que las toxicidades agudas son estadísticamente iguales. Prueba de Tukey (SPSS versión 7,5).

Cuadro 21. Toxicidad aguda (CL₅₀ en mg (IA) L⁻¹) de la rotenona sobre tres microavisas en bioensayos toxicológicos.

Especies	3h	6h	12h	24h	48h
<i>Trichogramma pintoi</i>	-	-	> 3200a	1892b	-
<i>Copidosoma koehleri</i>	-	-	-	2102a	418,35b
<i>Dolichogenidia gelechiidivoris</i>	5817a	3368a	1343,7b	918,5b	-

Letras minúsculas iguales en una misma línea horizontal señalan que las toxicidades agudas son estadísticamente iguales. Prueba de Tukey (SPSS versión 7,5).

Cuadro 22. Toxicidad aguda (CL₅₀ en mg (IA) L⁻¹) del cartap sobre tres microavispa en bioensayos toxicológicos.

Especies	1h	3h	6h	12h	24h	48h
<i>Trichogramma pintoi</i>	11,72a	8,94a	9,39a	-	9,83a	-
<i>Copidosoma koehleri</i>	< 39,06	< 39,06	-	-	-	-
<i>Dolichogenidia gelechiidivoris</i>	3989a	1409b	712,6b	446,91bc	320,66c	181,25c

Letras minúsculas iguales en una misma línea horizontal señalan que las toxicidades agudas son estadísticamente iguales. Prueba de Tukey (SPSS versión 7,5).

cológicos significativos sobre *T. pintoi*, a concentraciones menores a las recomendadas en la agricultura.

La literatura muestra resultados variables en relación a los efectos ecotóxicos de la azadiractina sobre organismos benéficos (AMALIN *et al.*, 2000; SCHNEIDER *et al.*, 2000; SMITH & KRISCHIK, 2000; VILLANUEVA-JIMÉNEZ *et al.*, 2000; BAORYING *et al.*, 2001) Nuestros resultados indican que la azadiractina a una concentración de 16 mg (IA) L⁻¹ {según la clasificación de riesgos de pesticidas en cuatro categorías de la IOBC (JEPSON, 1993)} fue ligeramente dañina para *T. pintoi* y *D. gelechiidivoris*, pero moderadamente tóxica para *C. koehleri*.

De igual forma, para la rotenona se han indicado en la literatura resultados contrastantes HAMILTON & LASHOMB (1997). Así, KAWAI (1988) ha encontrado que la rotenona es considerada tóxica para la *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae), controlador biológico de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae).

Nuestros resultados indican que la rotenona a concentraciones mayores de 1600 mg (IA) L⁻¹, fue ligeramente tóxico para *T. pintoi*, *C. koehleri* y *D. gelechiidivoris*.

Finalmente, se muestran que el cartap presentó toxicidad contrastante dependiendo de la especie benéfica evaluada (SHINKAJI, 1976; DIRAVIAM & VIRAKTAMATH, 1993; ZHANG *et al.*, 1994; IANACONE & ALVARIÑO, 2001). Nuestros resultados muestran, según la clasificación de la IOBC, que el cartap a una concentración de 75 mg (IA) L⁻¹ sobre *D. gelechiidivoris* fue ligeramente peligroso y sobre *T. pintoi* y *D. gelechiidivoris* fue moderadamente peligroso.

Finalmente, nuestros resultados muestran que en general los extractos botánicos: rotenona y azadiractina, y el cartap a las dosis recomendadas para el control de plagas al parecer no son muy compatibles en el MIP con el empleo de las tres microavispa. Debido a que el empleo de concentraciones más altas que las sugeridas causarían efec-

Cuadro 23. Evaluación global de tres modelos de bioensayos toxicológicos para la detección de pesticidas.

Criterios	Procedimientos		
	<i>Trichogramma pintoi</i>	<i>Copidosoma koehleri</i>	<i>Dolichogenidia gelechiidivoris</i>
Sensibilidad	++	++	++
Fácil lectura	+	++	+++
Manipuleo	+	++	++
Disponibilidad de material biológico	+++	++	++
Rapidez de resultado	++	++	++
Factibilidad del cultivo	+++	++	++
Costo	+	++	+
Concordancia ecológica	+	++	+++

+ = puntaje positivo

tos muy negativos en estos tres controladores biológico. Sin embargo, las liberaciones deberían realizarse en tiempos diferentes al empleo de los extractos botánicos y del cartap, debido al efecto que tendrían en la supervivencia de los adultos, que sobrevivirían poco tiempo, y por lo tanto tendrían poca capacidad de búsqueda de las plagas para ejercer su control.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa Nacional de Control Biológico (PNCB) y a todo su personal calificado por el apoyo brindado a la presente investigación. A la Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú por el apoyo económico brindado al primer autor para llevar a cabo la presente investigación.

Cuadro 24. Matriz de correlación de Pearson: Grado de asociación entre los valores de toxicidad aguda (CL₅₀) de los tres pesticidas entre las tres microavispas.

Microavispas	<i>T. pintoi</i>	<i>C. koehleri</i>	<i>D. gelechiidivoris</i>
<i>T. pintoi</i>	-	0,838*	0,161*
<i>C. koehleri</i>	-0,252**	-	0,998*
<i>D. gelechiidivoris</i>	-0,968**	0,003**	-

* = Significancia
 ** = Coeficiente de correlación de Pearson.

ABSTRACT

IANNACONE J., LAMAS G. 2003. Toxicological effects of neem, rotenone and cartap over three microwasps parasitoid of agricultural pests in Peru. *Bol. San. Veg. Plagas* 29: 123-142

Trichogramma pintoi, *Copidosoma koehleri* and *Dolichogenidia gelechiidivoris* are Neotropical parasitoid microwasps of key agricultural pests in Peru. Rotenone and azadirachtin (main component of neem), both of botanic origin, and the carbamic pesticide, cartap, of animal origin, were evaluated over adults and immatures of three microwasps in an toxicological bioassay under laboratory conditions.

Rotenone, neem and cartap, at the highest doses employed for pest control produced statistically significant effects on mortality percentage. Our results show that adults of these microwasps were sensitive to the products evaluated. We analyze the possibility of employing the botanical insecticides, cartap and the three microwasps in Integrated Pest Management programs.

Key words: bioinsecticides, botanical insecticides, *Copidosoma*, *Dolichogenidia*, neem, parasitoid, rotenone, *Trichogramma*.

REFERENCIAS

- AHN Y.J., KIN G.H., PARK N.J., CHO K.Y. 1992. Establishment of bioassay system for developing new insecticides: II. Differences in susceptibilities of the insect species to insecticides according to different application methods. *Korean J. Appl. Entomol.* 31, 452-460.
- AMALIN D.M., PEÑA J.E., YU S.J., MCSORLEY R. 2000. Selective toxicity of some pesticides to *Hibana velox* (Araneae: Anyphaenidae), a predator of citrus leafminer. *Florida Ent.* 83, 254-262.
- ASTM. 1989. Standard guide for conducting acute toxicity tests with fishes, macroinvertebrates and amphibians. Guide no. E729-88a. American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- BADAWY H. M. A., ARNAOUTY S.A. 2000. Direct and indirect effects of some insecticides on *Chrysoperla carnea* (Stephens) s.l. (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Neuropterology* 2, 67-76.
- BAOYING QI., GORDON G., GIMME W. 2001. Effects of neem-fed prey on the predacious insects *Harmonia conformis* (Boisduval) (Coleoptera: Coccinellidae) and *Mallada signatus* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae). *Biol. Control* 22, 185-190.
- BELMAIN S. R., NEAL G. E., RAY D. E., GOLOB, P. 2001.

- Insecticidal and vertebrate toxicity associated with ethnobotanical used as post-harvest protectants in Ghana. *Food Chem. Toxicol.* **39**, 287- 291.
- BENNER J.P. 1996. Crop protection agents from higher plants- an overview. En: Copping L.G. (ed.) *Crop Protection Agents from Nature: Natural Products and Analogues*. Cap. 6, Part 1. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, pp. 217-229.
- BEZERRIL E.F., CARNEIRO J.D.S., TORRES-FILHO J. 1992. Chemical control of the leafminer *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the Ibiapaba Plateau, Ceara. *An. Soc. Entomol. Bras.* **21**, 217-224.
- BRUNNER J.F., DUNLEY J.E., DOERR M.D., BEERS E.H. 2001. Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma plameri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. *J. Econ. Entomol.* **94**, 1075- 1084.
- CÁCERES F., GARCÍA A.V., PONCE E. 2000. Plantas biocidas de la provincia de Arequipa. Libro de Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Botánica. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa-Perú. p. 91.
- CANEDO V., CISNEROS F. 1997a. Diferencias entre el complejo de parasitoides de *Phthorimaea operculella* y *Tuta absoluta* en dos variedades de papa. Resúmenes de la XXXIX Convención Nacional de Entomología. Universidad Nacional de Piura. 26-30 octubre 1997, Piura, Perú. pp. 20-21.
- CANEDO V., CISNEROS F. 1997b. Diferencias entre el complejo de parasitoides de *Phthorimaea operculella* y *Tuta absoluta* en campos de papa y tomate. Resúmenes de la XXXIX Convención Nacional de Entomología. Universidad Nacional de Piura. 26-30 octubre 1997, Piura, Perú. p. 21.
- CASIDA J.E., QUISTAD G.B. 1998. Golden age of insecticide research: Past, present, or future?. *Annu. Rev. Entomol.* **42**, 1-16.
- CASTRO Z.J., LOAYZA C.F., CASTRO M.T., MEZA P.M., PEÑA V.L., MOLINARI N.E. 1997. Control integrado de plagas y producción de controladores biológicos en el Valle de Ica y el Callejón de Huaylas. Ed. CDEP/ RAAA. Lima-Perú. 149 pp.
- CONSOLI F.L., PARRA J.R.P., HASSAN S. 1998. Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.; Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *J. Appl. Entomol.* **122**, 43-48.
- DANFA A., FALL B., VAN DER VALK H. 1997. Acute toxicity tests with *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae), using different locust control insecticides in the Sahel. Chapter 6. Pp. 117-132. In: J.W. Everts, D. Mbaye, O. Barry & W. Mullié (Ed.). *Environmental side-effects of locust and grasshopper control*. Vol. 3.
- DATTA S., SAXENA D. B. 2001. Pesticidal properties of parthenin (from *Parthenium hysterophorus*) and related compounds. *Pest. Manag. Sci.* **57**, 95-101.
- DELPUECH J.M., LEGALLET B., FOUILLET P. 2001. Partial compensation of sublethal effects of deltamethrin on the sex pheromonal communication of *Trichogramma brassicae*. *Chemosphere* **42**, 985-991.
- DIRAVIAM J., VIRAKTAMATH C.A. 1993. Toxicity of some insecticides to *Curinus coeruleus* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), an introduced predator of the subadult psyllid. *Entomon* (India) **18**, 77-79.
- ERKILIC L. B., UYGUN N. 1997. Studies on the effects of some pesticides on white peach scales, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targ. Tozz.) (Homoptera: Diaspididae) and its side-effects on two common scale insect predators. *Crop Protection* **16**: 69-72.
- FERNANDEZ F. 2000. Pesticides effects on *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- FUENTES, F.S. 1994. Producción y uso de *Trichogramma* como regulador de plagas. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA), Lima, Perú. 193 pp.
- GARCÍA M.R., BUSTAMANTE J.U. 1999. Parasitismo de *Trichogramma* sobre gusano cachudo de la yuca *Erinnyis ello* Linnaeus (Lepidoptera: Sphingidae). Resúmenes de la XL Convención Nacional de Entomología. Tumbes, Perú. p. 65.
- GEDEN C. K., RUTZ D. A., SCOTT J. G., LOMG S. J. 1992. Susceptibility of house flies (Diptera: Muscidae) and five pupal parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae) to abamectin and seven commercial insecticides. *J. Econ. Entomol.* **85**, 435- 440.
- GRBIC M., NAGY L.M., STRAND M.R. 1998. Development of polyembryonic insects: a major departure from typical insect embryogenesis. *Dev. Genes Evol.* **208**, 69-81.
- GRUBER A.K. 1992. Biología y ecología del árbol del neem (*Azadirachta indica* A. Juss): extracción, medición, toxicidad y potencial de crear resistencia. *Ceiba* **33**, 249-256.
- HAMILTON G. C., LASHOMB J.H. 1997. Effect of insecticides on two predators of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Florida Ent.* **80**, 10-23.
- HARVEY J.A., CORLEY L.S., STRAND M.R. 2000. Competition induces adaptive shifts in caste ratios of a polyembryonic wasp. *Nature* **406**, 183-186.
- HASSAN S. A. 1992. Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. IOBC/ WPRS *Bulletin* 1992/XV/3.
- HILL T.A., R.E. FOSTER. 2000. Effect of insecticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *J. Econ. Entomol.* **93**, 763-768.
- HOSS R. 1999. Recursos Botánicos con Potencial Biocida: Conceptos Básicos y Métodos de Análisis. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA). 1^{era} Ed. Lima. 80 pp.
- HUANG M., LI S. 1989. The damage and economic threshold of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Stainton) in citrus. pp. 84-89. In *Studies on the integrated Management of Citrus Insect Pests*. Academic Book and Periodical Press. Beijing (in Chin., Eng. abs.).
- IANNAcone J.A. 2001. Uso y perspectivas de insecticidas botánicos. Reviviendo y modernizando una antigua técnica con plaguicidas etnobotánicos. Libro de Resúmenes del Simposio Internacional de Medio Ambiente y Uso de Recursos Naturales para

- el Desarrollo Sustentable. Lima 15 al 19 de Noviembre, 2001. p. 46-47.
- IANNACONE, J.A., ALVARIÑO L. 2001. Evaluación del riesgo ambiental del cartap sobre tres componentes de la biota animal. Libro de Resúmenes del II Congreso Internacional de Biotecnología. Arequipa, Perú. p. 207.
- IANNACONE J.A., GUTIERREZ A. 1999. Ecotoxicidad de los agroquímicos lindano y clorpirifos sobre el nemátodo *Panagrellus*, la microalga *Chlorella* y el ensayo con *Allium. Agricultura Téc. (Chile)* **59**, 85-95.
- IANNACONE J.A., MURRUGARRA Y. 2000. Dos bioinsecticidas botánicos neem y rotenona para el control de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) y de dos especies de áfidos (Homoptera: Aphididae) en el cultivo de tomate en Ica, Perú. Libro de Resúmenes de la XLII Convención Nacional de Entomología. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto. Servicio Nacional de Sanidad Agraria San Martín. 22 al 26 de Octubre del 2000. P. 74.
- IANNACONE J.A., REYES M. 2001a. Efecto de la rotenona y neem sobre *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) plagas del tomate en el Perú. *Agronomía Trop.* **51**, 65-79.
- IANNACONE J.A., REYES M. 2001b. Efecto en las poblaciones de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) por los insecticidas botánicos neem y rotenona en el cultivo de tomate en el Perú. *Rev. Colomb. Ent.* **27**, 147-152.
- ISMAN M.B. 2000. Phytochemical prospecting for insecticides: improving the odds of discovery. Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000. p. 352.
- JEPSON P.C. 1993. Insects, spiders and mites. In: Handbook of ecotoxicology. pp. 299-325. Calow, P. (ed.). Vol. I. Blackwell Science Ltd.
- KAWAI A. 1988. Toxicity of some pesticides to *Encarsia formosa* Gahan. *Bull. Natl. Res. Inst. Veg. Ornamental plant tea Ser D.* **1**, 59- 68.
- LANDIS D.A., MARINO P. C. 1999. Landscape structure and extra-field processes: impact on management of pest and beneficials. pp. 79- 104. In: J. Ruberson (Ed.). Handbook of Pest Management. Dekker. New York.
- LANDIS D.A.; WRATTEN S.D., GURR G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* **45**, 175-201.
- LOCK DE UGAZ O. 1994. Investigación Fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. PUCP. Lima, 302 pp.
- MANDEVILLE J.D., MULLENS B. A., YU D.S. 1990. Impact of selected pesticides on field population dynamics of Hymenoptera (Pteromalidae) in caged-layer poultry manure in southern California. U.S.A. *Med. Vet. Entomol.* **4**, 261- 268.
- MANSOUR F. 1987. Effects of pesticides on spiders occurring on apple and citrus in Israel. *Phytoparasitica* **15**, 43-50.
- MARSH P.M. 1975. A new species of *Apanteles* from South America being introduced into California. *Pan-Pacific. Ent.* **51**, 143-146.
- MEJIA J. W., BUSTILLOS A. E., OROZCO J., CHAVEZ B.C. 2000. Efecto de cuatro insecticidas y de *Beauveria bassiana* sobre *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyliidae), parasitoide de la broca del café. *Rev. Colomb. Ent.* **26**, 117- 123.
- MURRUGARRA Y., REYES M., IANNACONE J. 1998. Monitoreo de poblaciones bajo el efecto de los extractos botánicos de neem y rotenona, versus químicos convencionales en el cultivo de tomate en Ica, Perú. II Seminario Taller Internacional Aportes del Control Biológico en la Agricultura Sostenible y I Congreso Latinoamericano de la Sección Regional Neotropical de la Organización Internacional de Lucha Biológica. Lima-Perú, 18 - 22 Mayo, 1998. pp. 145-146.
- NAVARRO R.V., MARCANO R. 2000. Efecto de diferentes insecticidas sobre el parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley y *Trichogramma atopovirilia* Oatman y Platner en huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie). *Agronomía Trop.* **50**, 337- 346.
- NORMAN G.R., STREINER D.L. 1996. Bioestadística. Mosby/Doyma Libros. Barcelona. 260 pp.
- NOYES J.S. 1980. A review of the genera of Neotropical Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Bull. Br. Mus. (Natural History) (Entomology)* **41**, 107-253.
- PASCUAL M. J. V. 1996. Evaluación de la actividad insecticida de extractos vegetales de *Chrysanthemum coronarium* L. *Bol. San Veg. Plagas* **22**, 411-420.
- PICANÇO M., PALLINI A.F., LEITE G.L.D., MATIOLI A.L. 1999. Avaliação de produtos não convencionais para o controle de *Tuta absoluta* em tomate. *Manejo Integrado de Plagas* **54**, 27-30.
- PINTO J.D., OATMAN E.D., PLATNER G.R. 1983. The identity of two closely related and frequently encountered species of New World *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae). *Proc. Ent. Soc. Wash* **85**, 588-593.
- RAE D.J., WATSON D.M., LIANG W.G., LI M., HUANG M.D., DING Y., XIONG J.J., DU D.P., TANG J., BEATTIE G.A.C. 1996. Comparison of petroleum spray oils, abamectin, cartap, and methomyl for control of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in southern China. *J. Econ. Entomol.* **89**, 493-500.
- RAMAN K.V., PALACIOS M., MUJICA N. 1993. Control biológico de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* por el parasitoide *Copidosoma koehleri*. Centro Internacional de la Papa, Lima (Boletín de Capacitación CIP 3). 28 p.
- REDOLFI H.I., VARGAS G. P. 1983. *Apanteles gelechiidivorus* Marsh (Hym.: Braconidae) parasitoide de "las polillas de la papa" (Lep.: Gelechiidae). *Rev. per. Ent.* **26**, 5-8.
- REIS P.R., SOUZA J.C.D. 1998. Chemical control of *Tuta absoluta* (Meyrick) in staked tomato plants. *Ciencia e Agrotecnol.* **22**, 13-21.
- REPETTO G., PESO A. DEL, REPETTO M. 2000. Alternativa ecotoxicológica métodos for the evaluation, control and monitoring of environmental pollutants. *Ecotoxicol. Env. Res.* **3**, 47-51.
- SÁNCHEZ R.A., PALACIOS M. 1995a. Eficacia del parasitismo de *Copidosoma koehleri* en el complejo polilla de la papa. *Rev. per. Ent.* **38**, 59-62.

- SÁNCHEZ R.A., PALACIOS M. 1995b. Capacidad de oviposición de *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Rev. per. Ent.* **38**, 63-64.
- SCHMUTTERER H. 1997. Side effects of neem (*Azadirachta indica*) products on insect pathogens and natural enemies of spider mites. *J. Appl. Entomol.* **12**, 121-126.
- SCHNEIDER M.I., BUDIA F., GOBBI A. REMES L.A.M.M., VIÑUELA E. 2000. Toxicidad tóxica del tebufenocida, spinosad y azadiractina sobre pupas del parasitoides *Hypsoter didymator*. *Bol. San. Veg. Plagas* **26**, 465-473.
- SHINKAJI N. 1976. Toxicity of some pesticides to *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). *Bull. Fruit Tree Res. Stn. (Minist. Agric. For.) Ser. E (Akitsu)* **1**, 103-116.
- SMILANICK J.M., ZALOM F.G., EHLER L.E. 1996. Effect of Methamidophos residue on the pentatomid egg parasitoids *Trissolcus basalus* and *T. utahensis* (Hymenoptera: Scelionidae). *Biol. Control* **6**, 193-201.
- SMITH S.F., KRISCHIK V.A. 2000. Effects of biorational pesticides on four coccinellid species (Coleoptera: Coccinellidae) having potential as biological control agents in interiorscapes. *J. Econ. Entomol.* **93**, 732-736.
- SUH C.P., ORR D.B., VAN DUYN J.W. 2000. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. *J. Econ. Entomol.* **93**, 577-583.
- TENORIO J. 1996. Biología, comportamiento y control de las polillas de la papa: *Symmetrischema tangolias* (Gyen) y *Phthorimaea operculella* (Zeller) en Cajamarca. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima.
- URQUIZO J.L., LICERAS L., CASTILLO J. 2000. Impacto en los controladores biológicos por la aplicación de insecticidas para el control de *Prodioplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en espárrago. Libro de Resúmenes de la XLII Convención Nacional de Entomología. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto. Servicio Nacional de Sanidad Agraria San Martín. 22 al 26 de Octubre del 2000. p. 69.
- VALDIVIESO L. J. 1991. Manual de Control Integrado de Plagas Agrícolas. Ediciones CDPI-CIP. Lima. 58 pp.
- VAN DER VALK H., VAN DER STOEP B., FALL B., DIEME E. 1997. A laboratory toxicity test with *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) – First evaluation of rearing and testing methods. In: J. W. Everts, D. Mbaye & O. Barry (Eds.). Environmental side-effects of locust and grasshopper control. FAO, Locustox Project, Dakar, Senegal, Vol. 1, pp. 123-154.
- VARGAS R.M., UBILLO A.F. 2001. Toxicidad de pesticidas sobre enemigos naturales de plagas agrícolas. *Agricultura Téc. (Chile)* **61**, 35-41.
- VILLANUEVA-JIMENEZ J.A., HOY M.A., DAVIES F.S. 2000. Field evaluation of integrated pest management-compatible pesticides for citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoid *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae). *J. Econ. Entomol.* **93**, 357-367.
- WHU M. 1985. Estudios biosistemáticos de *Trichogramma* spp. *Rev. per. Ent.* **28**, 5-8.
- WHU M.P., VALDIVIESO L.J. 1999. Distribución y comportamiento de ocho especies de los géneros *Trichogramma* y *Trichogrammatoidea* en el Perú. Resúmenes de la XL Convención Nacional de Entomología. Tumbes, Perú. p. 07.
- XIA Q., TAN P., FEN X., CHEN M., KAJIHARA N., MINAI M., OSAKA Y. 1992. Assessment of the molluscicidal activities of Tribromosolan, cartap and chlorot-halonil against *Oncomelania hupensis*. *Jpn. J. Med. Sci. Biol.* **45**, 75-80.
- ZAR J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3^{ra} Ed. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River. New Jersey. 662 pp.
- ZHANG L., SHONU T., YAMANAKA S., TANABE H. 1994. Effects of insecticides on the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* Weiser. *Appl. Entomol. Zool.* **29**, 539-547.

(Recepción: 27 marzo 2002)

(Aceptación: 17 julio 2002)