

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD CIENCIAS BIOLÓGICAS

UNIDAD DE POST GRADO

Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del carpat sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* [zeller] [Lepidoptera: Gelechiidae] y en cuatro controladores biológicos, en el Perú.

TESIS Para optar el grado académico de: DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

AUTOR

José Alberto Iannacone Oliver

ASESOR Gerardo Lamas Müller

LIMA – PERÚ 2003

“¡Oh la profundidad de las riquezas y de la sabiduría y del conocimiento de Dios! ¡Cuán inescrutables son sus juicios e ininvestigables sus caminos!”

(Romanos 11:33)

A mi compañera y mi mejor amiga, mi esposa Lorena

A mi hija Dafne

A mi asesor Gerardo Lamas por sus consejos

A todo el personal del Programa Nacional de Control

Biológico (PNCB)

por su apoyo incondicional.

“¡Cuántas son tus obras, oh Jehová! Con sabiduría las has hecho todas. La

tierra está llena de tus producciones”

(Salmo 104:24)

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I: INTRODUCCIÓN	4
II: REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1. Registro de plantas biocidas para el control de la polilla de la papa	9
2.2. Listado de plantas biocidas	10
2.3. Fauna benéfica	18
III: MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	20
3.2. EXTRACTOS BOTÁNICOS	20
3.2.1. Nim	20
3.2.2. Rotenona	21
3.2.3. <i>Schinus molle</i> y <i>Lantana camara</i>	22
3.3. CARTAP	23
3.4. <i>PTHORIMAEA OPERCULELLA</i>	24
3.4.1. Crianza	24
3.4.2. Bioensayos	25
3.4.2.1. Toxicidad por aplicaciones tópicas (Inmersión)	25
3.4.2.2. Toxicidad por contacto-residual	26
3.4.2.3. Toxicidad de incorporación a dieta	26
3.4.3. Diseño experimental y tratamiento estadístico	27
3.5. <i>CHRYSOPERLA EXTERNA</i>	27
3.5.1. Crianza	27
3.5.2. Bioensayos	29
3.5.2.1. Ecotoxicidad por aplicaciones tópicas	29
3.5.2.2. Ecotoxicidad por contacto-residual	29
3.5.2.3. Ecotoxicidad por incorporación en dieta	30
3.5.3. Diseño experimental y tratamiento estadístico	30

	Pág.
3.6. MICROAVISPAS PARASITOIDES	31
3.6.1. <i>Trichogramma pintoi</i>	31
3.6.2. <i>Copidosoma koehleri</i> y <i>Dolichogenidia gelechiidivoris</i>	31
3.6.3. Bioensayos	31
3.6.3.1. Ecotoxicidad por aplicaciones tópicas	31
3.6.3.2. Ecotoxicidad por contacto-residual	32
3.6.4. Diseño experimental y tratamiento estadístico	33
IV: RESULTADOS	36
4.1. <i>PTHORIMAEA OPERCULELLA</i>	36
4.2. <i>CHRYSOPERLA EXTERNA</i>	37
4.3. MICROAVISPAS PARASITOIDES	38
4.3.1. <i>Trichogramma pintoi</i>	38
4.3.2. <i>Copidosoma koehleri</i>	40
4.3.3. <i>Dolichogenidia gelechiidivoris</i>	41
4.3.4. Análisis comparativo global de la fauna benéfica	41
V: DISCUSIÓN	43
5.1. <i>PTHORIMAEA OPERCULELLA</i>	43
5.2. <i>CHRYSOPERLA EXTERNA</i>	45
5.3. MICROAVISPAS PARASITOIDES	47
VI: CONCLUSIONES	52
VII: LITERATURA	54

RESUMEN

Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) es una plaga clave en el cultivo de papa en el Perú. El depredador *Chrysoperla externa* Hagen y las tres microavispa parasitoides *Trichogramma pintoii* Voegelé, *Copidosoma koehleri* Blanchard y *Dolichogenidia gelechiidivoris* (Marsh) son controladores biológicos promisorios de plagas agrícolas clave en el Perú, país donde no se ha investigado los efectos de la integración de métodos biológicos y productos biocidas al manejo integrado de plagas. Cuatro productos de origen botánico, la rotenona (Fabaceae), la azadiractina (componente principal del nim, Meliaceae), la lantana (Verbenaceae) y el molle (Anacardiaceae), así como el plaguicida cartap, fueron evaluados sobre: huevos, larvas de primer estadio, pupas y adultos de *P. operculella*; huevos, larvas y pupas del predador *C. externa*; microavispa adultas de *T. pintoii*, *C. koehleri* y *D. gelechiidivoris*, y sobre los inmaduros de *T. pintoii* y *C. koehleri* en bioensayos ecotoxicológicos de efectividad insecticida bajo condiciones de laboratorio. La rotenona y azadiractina a las máximas concentraciones empleadas no causaron efectos estadísticamente significativos en el porcentaje de mortalidad de pupas y adultos de *P. operculella*. La eclosión de los huevos fue afectada por la rotenona, el extracto hexánico de lantana, el extracto acetónico de molle, y el cartap. La mortalidad de las larvas de primer estadio fue afectada por todas las sustancias evaluadas. Para *C. externa*, la rotenona, azadiractina y el cartap a las máximas dosis empleadas para el control de plagas no causaron efectos estadísticamente significativos en el porcentaje de eclosión de huevos y emergencia de pupas. Solo se observó que la rotenona y la azadiractina, causaron efectos en el porcentaje de eclosión de individuos vivos (que sobrevivieron más de 12 h). Además, la azadiractina provoca una reducción significativa en el porcentaje de emergencia de pupas. Para el caso de L₁ de *C. externa*, la azadiractina y la rotenona, por efecto de contacto-residual provocaron mortalidades en L₁ estadísticamente diferentes al control. El cartap produjo un 80 % de mortalidad a solo 1 h de exposición. Ninguna de las tres sustancias químicas provocaron efectos en la L₁ en ensayos de ingestión con huevos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) impregnados de tóxicos. La L₁ de *C. externa* fue el estado de desarrollo inmaduro más sensible. Los extractos acuosos del molle y la lantana a las concentraciones empleadas no causaron efectos estadísticamente significativos en la mortalidad de las larvas y pupas de *C. externa*, pero los extractos hexánicos de molle y lantana, y el acetónico de lantana, tuvieron

efectos ovicidas. 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. La fase adulta de las tres microavispa fue muy sensibles a los tres productos evaluados, principalmente en los ensayos de contacto-residuales. Los adultos de *T. pintoi* fueron sensibles a casi todas las fracciones botánicas en ensayos de contacto-residualidad, y los adultos de *C. koehleri* fueron sensibles al extracto acuoso del molle y al acetónico de la lantana. La emergencia de ambas microavispa se vio afectada principalmente por el extracto hexánico del molle y la lantana, y por el acetónico de la lantana. Las fracciones hexánica y acetónica de la lantana causaron los mayores efectos en estos insectos. *T. pintoi* fue ligeramente más sensible a los extractos botánicos en comparación con *C. koehleri*. Se discute la posibilidad de empleo de los insecticidas botánicos en programas de Manejo Integrado de Plagas.

Palabras claves: cartap, *Chrysoperla*, *Copidosoma*, *Dolichogenidia*, Lantana, nim, *Phthorimaea*, rotenona, *Schinus*, *Trichogramma*.

ABSTRACT

Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) is a key pest in potato crops in Peru. Predator *Chrysoperla externa* Hagen and the three parasitoid microwasps *Trichogramma pintoi* Voegelé, *Copidosoma koehleri* Blanchard and *Dolichogenidia gelechiidivoris* (Marsh) are promissory biological control agents of key agricultural pests in Peru, where the effects of integration of biological control and chemical or natural products into integrated pest management have not been investigated. Four botanical products, rotenone (Fabaceae), azadirachtin (main component of neem, Meliaceae), lantana (Verbenaceae) and Peruvian peppertree (Anacardiaceae), and also cartap were evaluated on: eggs, first instar larvae (L₁) and adults of *P. operculella*; eggs, larvae and pupae of predator *C. externa*; adult microwasps of *T. pintoi*, *C. koehleri* and *D. gelechiidivoris*, and on immature of *T. pintoi* and *C. koehleri* in ecotoxicological bioassays of insecticidal effectivity under laboratory conditions. At the highest concentrations employed, rotenone and azadirachtin did not cause significant effects on mortality percentage of *P. operculella* pupae

efectos ovicidas. 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. La fase adulta de las tres microavispa fue muy sensibles a los tres productos evaluados, principalmente en los ensayos de contacto-residuales. Los adultos de *T. pintoi* fueron sensibles a casi todas las fracciones botánicas en ensayos de contacto-residualidad, y los adultos de *C. koehleri* fueron sensibles al extracto acuoso del molle y al acetónico de la lantana. La emergencia de ambas microavispa se vio afectada principalmente por el extracto hexánico del molle y la lantana, y por el acetónico de la lantana. Las fracciones hexánica y acetónica de la lantana causaron los mayores efectos en estos insectos. *T. pintoi* fue ligeramente más sensible a los extractos botánicos en comparación con *C. koehleri*. Se discute la posibilidad de empleo de los insecticidas botánicos en programas de Manejo Integrado de Plagas.

Palabras claves: cartap, *Chrysoperla*, *Copidosoma*, *Dolichogenidia*, Lantana, nim, *Phthorimaea*, rotenona, *Schinus*, *Trichogramma*.

ABSTRACT

Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) is a key pest in potato crops in Peru. Predator *Chrysoperla externa* Hagen and the three parasitoid microwasps *Trichogramma pintoi* Voegelé, *Copidosoma koehleri* Blanchard and *Dolichogenidia gelechiidivoris* (Marsh) are promissory biological control agents of key agricultural pests in Peru, where the effects of integration of biological control and chemical or natural products into integrated pest management have not been investigated. Four botanical products, rotenone (Fabaceae), azadirachtin (main component of neem, Meliaceae), lantana (Verbenaceae) and Peruvian peppertree (Anacardiaceae), and also cartap were evaluated on: eggs, first instar larvae (L₁) and adults of *P. operculella*; eggs, larvae and pupae of predator *C. externa*; adult microwasps of *T. pintoi*, *C. koehleri* and *D. gelechiidivoris*, and on immature of *T. pintoi* and *C. koehleri* in ecotoxicological bioassays of insecticidal effectivity under laboratory conditions. At the highest concentrations employed, rotenone and azadirachtin did not cause significant effects on mortality percentage of *P. operculella* pupae

and adults. Hatched eggs were affected by rotenone, hexanic extract of lantana leaves, acetic extracts of Peruvian peppertree leaves and cartap. Mortalities in first instar larvae of *P. operculella* were affected by all the pesticides evaluated. The emergence of pupae was not affected by most chemicals tested, except for hexanic extract of lantana leaves and cartap. In ingestion bioassays, neonates of L₁ were the most sensitive stage to all chemicals, in comparison to controls immersed for ten seconds in distilled water. Rotenone, azadirachtin and cartap at the highest doses employed for pest control did not produce statistically significant effects on percentage of hatched eggs and pupae of *C. externa*. It was only observed that rotenone and azadirachtin caused effects on percentage of hatched living individuals (surviving more than 12 h). Moreover, azadirachtin produced a significant reduction in percentage of hatched pupae. In the case of L₁ of *C. externa*, azadirachtin and rotenone by contact-residual effects produced mortalities in L₁ that were quite different in comparison to the control. Cartap, produced 80 % mortality, only a 1 h exposure. None of the three chemicals produced effects in ingestion bioassays with eggs of *Sitotroga cerealella* (Olivier) covered with toxics. L₁ of *C. externa* was the most sensitive immature stage. At the concentrations employed, aqueous extracts of lantana and Peruvian peppertree did not cause significant effects on mortality percentage of larvae and pupae of *C. externa*. The egg hatching rate was affected by hexanic extract of lantana and Peruvian peppertree, and by acetic extract of lantana leaves. Rotenone, azadirachtin and cartap, at the highest doses employed for pest control, produced statistically significant effects on mortality percentage. Adults of these microwasps were sensitive to the products evaluated. The adults of *T. pinto* were susceptible to almost all botanic fractions and, moreover, adults of *C. koehleri* were affected by aqueous extract of Peruvian peppertree and acetic extract of lantana. For both parasitoids, emergence was significantly affected by hexanic extract of lantana and Peruvian peppertree, and by acetic extract of lantana in comparison to the control (distilled water). The highest effects among the three insects assayed were produced by hexanic extract and acetic extract fractions of lantana. *T. pinto* was slightly more sensitive to botanical extracts in comparison with *C. koehleri*. The possibility of employing these botanical insecticides in an Integrated Pest Management program was discussed.

Key words: cartap, *Chrysoperla*, *Copidosoma*, *Dolichogenidia*, *Lantana*, neem, *Phthorimaea*, rotenone, *Schinus*, *Trichogramma*.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) es una plaga ampliamente distribuida en cultivos de solanáceas en áreas tropicales y subtropicales del mundo (SANCHEZ & VERGARA 1991, PALACIOS & RAMAN 1992, KROSCHER & KOCH 1996, COLL *et al.* 2000, DIONISIO 2001), ocasionando daños en hojas, tallos y tubérculos, al nivel del campo, invernadero y almacén, volviéndolos inservibles. La información existente describe a esta especie como oligófaga en diferentes especies de solanáceas y una plaga principalmente de ambientes cálidos (RAMAN 1988, MALAKAR & TINGER 1999, EDMOWANDE *et al.* 2000), pero que también puede producir infestaciones severas en zonas frías de Sudamérica, África y Asia. Además, RODRIGUEZ & SÁNCHEZ (1999) y DIONISIO (2001) han evaluado la duración del ciclo biológico de *P. operculella* bajo condiciones de laboratorio.

RIDGWAY & KINZER (1974) consideran que entre los depredadores importantes de plagas clave en los cultivos agrícolas a nivel mundial se encuentran los miembros de la familia Chrysopidae (Neuroptera). Entre los controladores biológicos de *P. operculella* en el Perú, citan a *Chrysoperla externa* Hagen como enemigo natural de sus huevos y larvas. Este neuróptero llamado en la literatura "alas de encaje", "mosca de ojos dorados" o "león de áfidos", es un controlador biológico promisorio en el manejo ecológico e integrado de plagas. Sus larvas y adultos son considerados depredadores muy voraces, oófagos y larvífagos, alimentándose de cuerpos blandos de insectos y arácnidos (FONSECA *et al.* 2000), lo mismo que de huevos y larvas de lepidópteros como *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Spodoptera eridania* (Cramer), *Tuta absoluta* Meyrick, *Heliothis zea* Boddie, *Heliothis virescens* Fabricius, *Cydia pomonella* L. y *Phyllocnistis citrella* Stainton, y predominan en

campos de tomate, maíz, manzano, papa, algodón, olivo, palma aceitera y frutales (cítricos, olivo, manzano) (BEINGOLEA 1994, NÚÑEZ 1988a 1998, IANNACONE & MURRUGARRA 2000, RIBEIRO *et al.* 2000, IANNACONE & REYES 2001). *C. externa* tiene amplia distribución en costa y sierra del Perú con presencia de adultos a través de todo el año, fácil crianza en cautiverio, potencial para adaptarse a varios ambientes de cultivos y aparente resistencia a numerosos plaguicidas (NÚÑEZ 1988a, CARDOSO & LAZZARI 2000, FERNÁNDEZ *et al.* 2000). Es criada intensivamente por el Programa Nacional de Control Biológico, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (PNCB-SENASA) del Perú, con fines de conservación e incremento de esta especie en programas de liberación.

Las especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Chalcidoidea: 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 *H. zea*, *H. virescens*, *Palpita persimilis* Hubner, *T. absoluta*, *Laspeyresia leguminis* Hubner y *Mescinia peruella* Schaus en diversos cultivos (WHU 1985, FUENTES 1994, WHU & VALDIVIESO 1999).

El género *Copidosoma* (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) incluye microavispa poliembriónicas parasitoides obligatorias a nivel 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 *P. operculella* (RAMÁN *et al.* 1993). Esta especie puede generar un promedio de 50 individuos (con un rango de 22 a 118), a partir de un solo huevecillo, de modo que un huevo de polilla parasitado, da lugar a una larva que no llega a terminar su desarrollo y al morir adquiere una apariencia momificada de la que emergerán 50 avispitas, generalmente del mismo sexo. En el Perú se ha determinado la eficacia del parasitismo y capacidad de oviposición de este encirtido sobre varias especies de polillas de la papa (SÁNCHEZ & PALACIOS 1995a b, CASTRO *et al.* 1997).

El género *Dolichogenidia* (Hymenoptera: Ichneumonoidea: Braconidae) incluye una especie que anteriormente perteneció al género *Apanteles* (Marsh). *D. gelechiidivoris* (Marsh) es uno de los parasitoides más importantes de *P. operculella* y la polilla del tomate

T. absoluta (REDOLFI & VARGAS 1983, CAÑEDO & CISNEROS 1997a). CAÑEDO & CISNEROS (1997b) han observado mayor parasitismo sobre *T. absoluta* que sobre *P. operculella* en Vitarte (Lima, Perú) en campos de tomate y papa sin aplicación de insecticidas.

Estas tres especies de microavispa son criadas intensivamente por el Programa Nacional de Control Biológico, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (PNCB-SENASA) del Perú, con fines de conservación e incremento para programas de liberación.

Los plaguicidas químicos sintéticos para el control de esta plaga, están produciendo efectos adversos sobre los organismos benéficos y el desarrollo de resistencias, por lo que es usual incrementar las dosis de aplicación, con riesgo para la salud pública y al ambiente (CISNEROS *et al.* 1995, PASCUAL 1996, TENORIO 1996, PICANÇO *et al.* 1999). El Manejo Integrado de Plagas (MIP) requiere del uso de pesticidas selectivos, entre ellos los botánicos, que preserven los enemigos naturales de la plaga. De esta manera, es indispensable el conocimiento de los efectos de los pesticidas sobre la fauna benéfica (RUMPF *et al.* 1997 1998, SMITH & KRISCHIK 1999, LIU & CHEN 2000 2001).

RAMAN (1988) señala que se han desarrollado estrategias, desde una óptica interdisciplinaria, en el Manejo Integrado de Plagas para la polilla del tubérculo de papa. Dentro de estas tecnologías se incluye principalmente la identificación de la resistencia de plantas hospederas, el control biológico, las feromonas, las prácticas culturales y, finalmente, las plantas biocidas y repelentes a los insectos plaga (VALDIVIESO 1991, PALACIOS & RAMAN 1992, LANDIS *et al.* 2000, LOPEZ & VENDRAMIN 2001, SYDMONDSOON *et al.* 2002).

Los productos naturales extraídos de ciertas plantas, como la "rotenona" *Lonchocarpus nicou* (Aublet) DC. (Fabaceae) y el "nim" *Azadirachta indica* Adr. Juss (Meliaceae), tienen como ventaja el ser biodegradables y en general se considera que no producen desequilibrio en el ecosistema por ser de origen vegetal (GRUBER 1992, IANNAcone & MURRUGARRA 2000, IANNAcone & REYES 2000, ISMAN 2000). Al parecer, estos bioinsecticidas provocan un impacto mínimo en la fauna benéfica; son efectivos contra plagas agrícolas y no tienen restricciones toxicológicas (GONSCALVES *et al.* 2000, ZENG *et al.* 2000, IANNAcone & ALVARIÑO 2001a). Sin embargo, algunos autores han encontrado resultados de impacto negativo en la fauna benéfica acuática y terrestre (SMILANICK *et al.* 1996, MILLAN *et al.* 2000).

Otras plantas, como el "molle" (*Schinus molle* Linn., Anacardiaceae) presentan actividades antifúngicas y antimicrobianas contenidas principalmente en las hojas (DIKSHIT et al. 1986, GUNDIDZA 1993). Además, esta planta tiene importancia etnobotánica, pues se le ha utilizado en el control de plagas agrícolas en varias localidades del Perú (RODRIGUEZ & EGUSQUIZA 1996, VILCAPOMA 2000).

En *Lantana camara* Linn. (Verbenaceae), cuyo nombre vernacular es "lantana", se ha reportado actividades repelentes de extractos de sus flores contra mosquitos del género *Aedes* (Diptera: Culicidae) (DUA et al. 1996). Además se ha detectado propiedades antimaláricas en extractos de sus raíces (WEENEN et al. 1990). Varios autores han revisado los efectos foliares tóxicos de *L. camara*, entre ellos sus propiedades insecticidas (SHARMA 1984, RAMAN et al. 1987, SHARMA et al. 1988, REATEGUI & PERUANO 1999, SHARMA et al. 2000). Esta especie es considerada tanto ornamental de cercos de jardines urbanos, como una maleza (GHUISABERTI 2000). Por tal razón se está buscando plantas con propiedades biocidas para el control de plagas agrícolas (ISMAN 2000, DATTA & SAXENA 2001). Sin embargo, debe evaluarse la toxicidad de estos productos botánicos sobre vertebrados y enemigos naturales (F. FERNÁNDEZ 2000, BELMAIN et al. 2001).

El hidrocloreto de cartap es una sustancia química derivada de la nereistoxina, siendo extraída de los poliquetos marinos *Lumbrineris heteropoda* Hartman y *L. brevicirra* Hartman. Es un plaguicida carbámico usado a nivel mundial en el control de plagas agrícolas, como la "polilla minadora del tomate" *T. absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) y la "polilla minadora de los cítricos" *P. citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) (BEZERRIL et al. 1992; RAE et al. 1996; REIS & SOUZA 1998; SIQUEIRA et al. 2000a). Además, se ha utilizado como molusquicida sobre el gasterópodo dulceacuícola *Oncomelania hupensis* Chiui, para el control del hospedero intermediario de *Schistosoma japonicum* Calpain (XIA et al. 1992).

La presente investigación tuvo como objetivos evaluar la actividad insecticida de cuatro extractos botánicos, rotenona, azadiractina, lantana y molle, y el carbámico cartap, sobre (1) huevos, larvas, pupas y adultos de la polilla de la papa, *P. operculella*; (2) al nivel de huevos, larvas y pupas del predador *C. externa*; (3) microavispa adulta de *Trichogramma pintoi*, *Copidosoma koehleri* y *Dolichogenidia gelechiidivoris*, y sobre los inmaduros de *T. pintoi* y *C. koehleri*.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

En el caso del Perú, la gran diversidad botánica, por un lado, y los conocimientos incipientes de sus propiedades fitoquímicas, por otro lado, requiere esfuerzos coordinados de diferentes sectores de la sociedad, con fines tanto académicos como prácticos (HOSS 1999, MOLINA 2001).

La caracterización de productos naturales con actividad plaguicida o de repelencia (FOSTER & HARRIS 1997), sea con miras a un hipotético empleo directo en la lucha contra plagas, para su uso como modelos en estudios estructura-actividad, o bien en estudios sobre la viabilidad de implantación en plantas sensibles, por ejemplo utilizando técnicas de ingeniería genética, de genes exógenos capaces de inducir la producción de compuestos útiles para su autodefensa constituye en conjunto un trabajo de investigación interdisciplinaria en este campo (HILLER *et al.* 1987, DEL TÍO *et al.* 1996, NORRIS 2000). Además, la utilización de extractos botánicos permitirán al agricultor obtener material de fácil adquisición, bajos costos de producción y productos sin impregnaciones tóxicas para la exportación (VALDIVIESO 1991, CASIDA & QUISTAD 1998, GAHUKAR 2000, LANDIS *et al.* 2000, IANNAcone & REYES 2001).

DAS (1995) realizó la última revisión de plantas biocidas para el control de *P. operculella*, abarcando la información publicada de 1915 a 1993 en la literatura mundial. Sin embargo, este trabajo, solo señala seis especies procedentes de la literatura sudamericana, mayormente peruana; 29 de las 35 especies citadas provenían de Asia, principalmente de la India.

Por lo que se recopiló la información publicada durante los años 1987 y 2001 de plantas con propiedades biocidas para el control de la polilla de la papa en el mundo, principalmente en el neotrópico y Perú.

2.1. REGISTRO DE PLANTAS BIOCIDAS PARA EL CONTROL DE LA POLILLA DE LA PAPA

Se resume una revisión de literatura mayormente peruana, citando 44 especies de plantas pertenecientes a 24 familias, que han sido utilizadas para el control de la polilla de la papa en ensayos bajo condiciones de laboratorio y campo (Tabla 1). 58,33 % de las familias estuvieron representadas por una sola especie, 20,83 % por dos, 8,33 % por tres, 4,17 % por cuatro y 8,33 por dos. Al comparar con el trabajo de DAS (1995) podemos notar a nivel de familias un 41,94 % de taxones comunes ($n = 13$) (Tabla 2). Así la presente revisión incrementa once nuevas familias con potencial biocida (35,48 %). De las 35 especies registradas por DAS, solo seis son de la literatura sudamericana: *A. indica* (Meliaceae), *Chenopodium ambrosoides* L. (Asteraceae) (no citado en la presente revisión), *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (Poaceae), *Eucalyptus globulus* Labillardière (Myrtaceae), *L. camara* (Verbenaceae) y *Minthostachys* sp. (Lamiaceae). Por lo tanto, la Tabla 1 incluye 38 nuevos registros de plantas con propiedades biocidas. De ellos, 33 pertenecen a la literatura peruana, tres a la colombiana, uno a la boliviana (citada también en la literatura peruana), una a la alemana y una a la italiana (Tabla 1).

El 71,66 % de las plantas fueron evaluadas para detectar propiedades insecticidas y 28,33 % repelentes. Las familias con mayor número de especies biocidas fueron Asteraceae (cinco), Fabaceae (cinco) y Lamiaceae (cuatro). Las especies más estudiadas por los 17 autores fueron *Minthostachys* sp. (cinco citaciones), *Eucalyptus* sp. (tres) y *Lantana camara* (tres).

Con relación a las formulaciones más utilizadas, tenemos los siguientes en orden decreciente en cuanto a su uso: 32,58 % en infusión, 30 % en macerado, 25,71 % en polvo y planta seca, 7,15 % para aceite esencial y 4,29 no indicando el tipo.

El 75 % de las investigaciones citan las hojas de la planta, 20,45 % los frutos y semillas, 2,27 % las raíces y flores, respectivamente. Mayormente los trabajos se han llevado a cabo bajo condiciones de almacén o invernadero (54,83 %) y en condiciones de laboratorios (45,15 %).

2.2. LISTADO DE PLANTAS BIOCIDAS

- *Agave americana* L. (Amaryllidaceae)

CONTRERAS (1994) ha indicado que el extracto macerado acuoso al 30 % del follaje de la penca azul (*A. americana*) bajo condiciones de almacén en la zona de Parinacochas, Perú tiene efecto sobre larvas y adultos, bajo un sistema quincenal de aplicación.

- *Ambrosia cumanensis* Kunth (Asteraceae)

Se evaluó el efecto de extractos de follaje en etanol caliente (infusión) sobre el número de pupas formadas y el número de tubérculos dañados bajo condiciones de laboratorio en Medellín, Colombia, siendo el más efectivo en comparación con otros tres extractos (CASTRILLÓN *et al.* 1994).

- *Ambrosia peruviana* Willd (Asteraceae)

OBESO & CASTILLO (1996) realizaron un ensayo bajo condiciones de laboratorio a 30 d, y de almacén a 90 d en Trujillo, Perú, registrándose una eficiencia de la infusión del follaje al 10 %, en la protección de los brotes dañados por tubérculo (1,84 %) en comparación con el testigo (4,69 %).

- *Apurimacia boliviana* (Britton) Lavin (Fabaceae)

SEGOVIA *et al.* (2001) evaluaron bajo condiciones de almacén las hojas de esta planta colectada en el departamento de Cajamarca, Perú, que es utilizada como pesticida por los agricultores de la zona, demostrando actividad biocida sobre tubérculos de papa variedad Tomasa Tito Condemayta, en comparación a otras ocho especies vegetales.

- *Argemone subfusiformis* Ownbey (Papaveraceae)

OBESO & CASTILLO (1996) realizaron un ensayo con follaje bajo condiciones de laboratorio a 30 d, y de almacén a 90 d, en Trujillo, Perú, registrándose poca eficiencia biocida a una concentración al 10 % en infusión durante 30 min.

- *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)

En la zona de San Ramón, Perú, bajo condiciones de almacén, se evaluaron tubérculos de papa en almacenamiento, frente al aceite esencial de nim a partir de semilla, a una concentración al 5 %, no encontrando efectos significativos en la reducción del daño (RAMAN *et al.* 1987).

VALDIVIA *et al.* (2000) en bioensayos bajo condiciones de laboratorio, en La Molina, Lima, Perú, hallaron mortalidades de 33 a 99,97 % a concentraciones de 5 a 100 mL L⁻¹ para

el extracto acuoso del nim. La Concentración Letal media (CL₅₀) fue de 16,19 mL L⁻¹ y el Tiempo Letal medio (TL₅₀) de 20,7 d.

- *Bidens triplinervia* H.B.K. (Asteraceae)

Al evaluar las hojas de esta planta, colectada en la zona de Cajamarca, Perú, bajo condiciones de almacén, se obtuvo actividad larvicida, bajo tres formulaciones: infusión, extracto etanólico y metanólico (SEGOVIA *et al.* 2000).

- *Bursera graveolens* (Kunth) (Burseraceae)

OBESO & CASTILLO (1996) al realizar un ensayo bajo condiciones de laboratorio a 30 d y de almacén a 90 d, en Trujillo, Perú, registraron poca eficiencia en el control, a una concentración al 10 % en infusión de las hojas durante 30 min.

- *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze (Fabaceae)

OBESO & CASTILLO (1996) realizaron un ensayo bajo condiciones de laboratorio a 30 d y de almacén a 90 d, en Trujillo, Perú registrando poca eficiencia a una concentración al 10 % en infusión de sus hojas durante 30 min.

LLONTOP *et al.* (1997) realizaron bioensayos de laboratorio y almacén en la zona de Lambayeque, Perú, usaron extracto macerado acuoso de las hojas, no encontrando efectividad de control, en comparación con otras ocho especies de plantas.

- *Capsicum* sp. (Solanaceae)

RAMAN *et al.* (1987) citan que los frutos secos de esta especie, al ser quemados en la zona de los Andes del Perú, producen un humo que actúa como fumigante contra la polilla de la papa, bajo condiciones de almacén.

- *Chenopodium quinoa* Willdenow (Chenopodiaceae)

CAÑEDO & RAMAN (1992) evaluaron el efecto de la saponina de esta especie bajo condiciones de invernadero y en invierno en el Perú. Se realizaron pruebas para evaluar el porcentaje de daño de los tubérculos y del follaje de la papa, así como el porcentaje de mortalidad larvaria empleando una suspensión acuosa del fruto al 2,5 % y polvo seco (5 g Kg⁻¹ de papa). Se observó un 6,3 % de daño en comparación con el testigo (38 %).

- *Citrus limon* (L.) Burman f. (Rutaceae)

VALDIVIA *et al.* (2000), en un ensayo desarrollado bajo condiciones de laboratorio en La Molina, Lima, Perú, encontraron que la esencia del fruto produjo 34 % de mortalidad larvaria a 12,5 mL L⁻¹ y 96 % a 60 mL L⁻¹. Hallaron una CL₅₀ de 20,45 mL L⁻¹ y un TL₅₀ de 9 d.

- *Conium maculatum* L. (Apiaceae)

GRAF & ROMÁN (2000) en un ensayo en Huancayo, Perú empleando extractos acuosos calientes del fruto (infusión al 10 %), no encontraron diferencias en el número de tubérculos dañados en comparación con el testigo que no presentó ningún tratamiento, bajo condiciones de almacén.

- *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae)

OBESO & CASTILLO (1996) realizaron un ensayo bajo condiciones de laboratorio a 30 d, y de almacén a 90 d, en Trujillo, Perú, registrando poca eficiencia a una concentración al 10 % en infusión a partir del follaje durante 30 min.

- *Cymbopogon citratus* (D C) Stapf (Poaceae)

RAMAN *et al.* (1987) mostraron que esta planta redujo considerablemente el porcentaje de tubérculos dañados por la polilla de la papa al emplear el follaje como barrera física (46 % de daño), en comparación con el control (73,85 %). Sin embargo, presentó menores efectos repelentes que *L. camara* (24,02 % de daño) y *Minthostachys* sp. (36 % de daño).

- *Datura stramonium* L. (Solanaceae)

Se ha empleado esta planta en bioensayos de efectividad bajo condiciones de laboratorio y almacén en la zona de Lambayeque, Perú, presentando la mejor alternativa ecológica bajo la forma de macerado acuoso al 10 % de sus hojas, en comparación con otras ocho plantas, *Baculovirus phtorimae* y *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (LLONTOP *et al.* 1997).

- *Erythrina edulis* Triana ex M Michelli (Fabaceae)

SEGOVIA *et al.* (2001), en ensayos bajo condiciones de almacén, evaluaron tres extractos (infusión, etanólico y metanólico) del follaje proveniente de Cajamarca, Perú. De ocho especies evaluadas, se encuentra entre las tres de mayor efectividad biocida, siendo el extracto etanólico más efectivo.

- *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae)

ATOCHE & LUQUILLAS (1992) realizaron una evaluación comparativa de varias alternativas de control sobre el porcentaje de tubérculos dañados y la intensidad de daños en almacenes en Huánuco, Perú, encontrando que luego de 120 días como repelente, el porcentaje de tubérculos dañados fue de 96,33 %.

GOMERO (2000) cita las hojas de esta especie como repelente, bajo condiciones de almacén, en el Perú.

VALDIVIA *et al.* (2000) en un ensayo realizado bajo condiciones de laboratorio en La Molina, Lima, Perú, hallaron que el aceite esencial a 5 mL L⁻¹ produjo 32 % de mortalidad larvaria y a 100 mL L⁻¹ 94 %. El valor CL₅₀ fue 24,94 mL L⁻¹ y el TL₅₀ fue 12,5 d.

- *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt (Myrtaceae)

LLONTOPI *et al.* (1997) demostraron poca efectividad en esta especie bajo la formulación de macerado acuoso, a partir de las hojas, en condiciones de laboratorio, en Lambayeque, Perú.

- *Eucalyptus globulus* Labillardière (Myrtaceae)

RAMAN *et al.* (1987) mostraron que esta planta empleada como polvo seco y follaje seco, en San Ramón, Junín, Perú, produjo reducción en el porcentaje de tubérculos dañados, por efecto repelente, presentando para el follaje seco 13,80 % de daño y para el polvo seco 4,3 %, en comparación con el control (26,8 a 62,30 %).

- *Gossypium barbadense* L. (Malvaceae)

OBESO & CASTILLO (1996) realizaron un ensayo bajo condiciones de laboratorio a 30 d y de almacén a 90 d, en Trujillo, Perú, registrándose poca eficiencia en el control a una concentración al 10 % en infusión del follaje durante 30 min.

- *Lantana camara* L. (Verbenaceae)

RAMAN *et al.* (1987) indicaron que tratamientos con *L. camara* dieron buenos resultados para la protección de tubérculos de los cultivares Revolución y Desiree, en comparación con otros tratamientos químicos sintéticos, en condiciones de almacenes rústicos, en San Ramón y La Molina, Perú. Los ensayos se realizaron para evaluar efectos repelentes con follaje seco (12,30 - 24,02 % de tubérculos dañados) y polvo seco fino (7 - 8 % de tubérculos dañados), a 120 días de exposición, en comparación con el control (26,8 - 73,85 %), y en conjunto con *Mintostachys* sp. y *Eucalyptus globulus*. El tratamiento no muestra diferencias significativas al aplicarse una o dos veces bajo formulación en polvo, pero sí ligeras diferencias al utilizar capas de follaje de 0,5 a 5 cm de espesor. Reporta también efectos fitotóxicos sobre el tubérculo.

REATEGUI & PERUANO (1999) evaluaron el efecto del aceite esencial sobre la oviposición de *P. operculella* en bioensayos de laboratorio en La Molina, Lima, Perú,

encontrando que provoca diferencias estadísticamente significativas en la colocación de menos huevos (1,8), en comparación con el control (9,3).

GOMERO (2000), cita algunas plantas con potencial de mercado para controlar plagas en la zona de La Convención y Lares, Cuzco, Perú, indicando que las hojas tienen un efecto repelente considerado bueno contra la polilla de la papa.

- *Lonchocarpus nicou* (Aublet) D C (Fabaceae)

GRAF & ROMAN (2000) al realizar ensayos de efectividad con la rotenona (Agrosán 8 %) sola y asociada con talco (1: 8), encontraron diferencias estadísticamente significativas con el testigo en relación al número de tubérculos dañados en la zona de Huancayo, Perú, bajo condiciones de almacén.

GOMERO (2000) cita el potencial de uso y abundante disponibilidad en la zona de La Convención, Cuzco, Perú.

- *Lupinus mutabilis* Sweet (Fabaceae)

LLONTOP *et al.* (1997) demostraron, en ensayos bajo condiciones de laboratorio y almacén en Lambayaque, Perú, la efectividad de esta especie al ubicarla en segundo lugar como controladora, bajo la formulación de macerado acuoso al 20 %, en comparación con otras ocho especies evaluadas.

GRAF & ROMÁN (2000) al realizar ensayos en condiciones de almacén en Huancayo, Perú, mostraron poco efecto de esta especie bajo la forma de infusión al 25 % en comparación al testigo, y con menor efecto que *L. nicou* y *R. graveolens*.

- *Melia azederach* L. (Meliaceae)

KROSCHER & KOCH (1996) determinaron en Alemania, la efectividad de la semilla sobre el desarrollo larval y como larvicida, bajo condiciones de laboratorio. El extracto acuoso tuvo buen potencial de control, pero menor efectividad que fenvalerato, diflubenzuron, *Bacillus thuringiensis* y nim.

- *Minthostachys mollis* (Lamiaceae)

OBESO & CASTILLO (1996), en un ensayo bajo condiciones de laboratorio a 30 d y de almacén a 90 d en Trujillo, Perú, registraron una alta eficiencia a una concentración al 100 % en infusión durante 30 min.

- *Minthostachys* sp. (Lamiaceae)

ATOCHÉ & LUQUILLAS (1992) en una evaluación comparativa en almacenes de Huánuco, Perú, encontraron que luego de 120 días de uso como repelente, el porcentaje de tubérculos dañados fue de 100 % y la intensidad de daño fue de 53,34 %.

RAMAN *et al.* (1987) reportaron que el uso de esta planta redujo significativamente el porcentaje de tubérculos dañados (con follaje seco 9-36 % de daño) y con polvo (9,3-12 % de daño) y una alta efectividad al emplearse en forma conjunta con *L. camara* y *E. globulus*.

LINO (1994) evaluó esta planta en condiciones de almacén en Cochabamba, Bolivia, encontrando efectos repelentes del follaje seco, reduciendo el daño de los tubérculos.

GOMERO (2000) citó a esta planta como repelente bajo condiciones de almacén.

GRAF & ROMÁN (2000), al evaluar esta planta seca y triturada, mezclada con los tubérculos, mostraron protección ligeramente mayor en comparación al testigo, pero menor que *L. nicou* y *R. graveolens*, en ensayos en Huancayo, Perú.

- *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae)

CASTRILLÓN *et al.* (1994) evaluaron un extracto con etanol caliente sobre el porcentaje de tubérculos dañados, con reducción del número de pupas, bajo condiciones de laboratorio, Medellín, Colombia.

- *Nerium oleander* L (Apocynaceae)

OBESO & CASTILLO (1996), en un ensayo bajo condiciones de laboratorio a 30 d y de almacén a 90 d, en Trujillo, Perú, registraron alta eficiencia en una concentración al 10% en infusión durante 30 min.

LLONTOP *et al.* (1997) en un bioensayo bajo condiciones de laboratorio de extracto macerado acuoso en Lambayeque, Perú, encontraron poca efectividad en comparación con otras especies.

- *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae)

LLONTOP *et al.* (1997), en ensayos bajo condiciones de laboratorio de extracto macerado acuoso en Lambayeque, Perú encontraron poco efecto en comparación con otras especies.

- *Olea europaea* L. (Oleaceae)

CRISTOFARO *et al.* (1999), en una evaluación bajo condiciones de laboratorio en Italia, del macerado etanólico de las hojas al 1% sobre el comportamiento de oviposición de

la polilla de la papa, encontraron un efecto antixenótico al colocar menos huevos (18,9) en comparación con el agua destilada (66,3). Además, hallaron un efecto repelente persistente por más de cinco días y efecto insecticida en larvas neonatas.

- *Oryza sativa* L. (Poaceae)

RAMAN *et al.* (1987) utilizaron esta planta en San Ramón, Perú, bajo la forma de cascarilla de arroz, como barrera física, hallando reducción del daño en los tubérculos (45,15 %), con eficiencia semejante a *C. citratus* (46 %), pero menor que el control (73,85 %). Sin embargo, produjo menores efectos repelentes que *L. camara*, *Minthostachys* sp. y *E. globulus*.

- *Paranephelius uniflorus* Poeppig (Asteraceae)

En ensayos bajo condiciones de almacén con esta planta, recolectada en Cajamarca, Perú, se encontró efectos larvicidas significativos, presentando igual efectividad que *E. edulis* y *S. styphelus* (SEGOVIA *et al.* 2001).

- *Piper nigrum* C. D. C. (Piperaceae)

ATOCHE & LUQUILLAS (1992), en una evaluación comparativa en Huánuco, Perú, encontraron actividad repelente del fruto, luego de 120 días, pues el porcentaje de tubérculos dañados fue 27 % y la intensidad de daño 12,52 %.

- *Pluchea chinchoyo* (H.B.K.) D C. (Asteraceae)

VICENTELO (1995) evaluó esta especie en condiciones de laboratorio en La Molina, Perú, utilizando hojas en alcohol caliente al 20%, encontrando diferencias significativas en la reducción del número de pupas de la polilla de la papa al final del ensayo, en comparación con el testigo.

- *Pteridium aquilinum* (L.) Kunth (Dennstaedtiaceae)

CASTRILLÓN *et al.* (1994) evaluó la acción de extractos etanólicos de infusión del follaje de este helecho, bajo condiciones de laboratorio, en Medellín, Colombia mostrando poca efectividad sobre la reducción del número de pupas al final del bioensayo.

- *Ruta graveolens* L. (Rutaceae)

GRAF & ROMÁN (2000), en ensayos bajo condiciones de almacén en Huancayo, Perú, encontraron que el follaje seco triturado de esta especie, mezclado con tubérculos redujo el porcentaje de daño en 60% en comparación con el testigo.

- *Ricinus communis* L. (Papaveraceae)

OBESO & CASTILLO (1996) realizaron en Trujillo, Perú, un ensayo bajo condiciones de laboratorio a 30 d y de almacén a 90 d, registrando poca eficiencia a una concentración al 10% en infusión durante 30 min.

- *Salvia stypheles* Epling ((Lamiaceae)

Se determinó el potencial biocida de esta especie en Cajamarca, Perú y usada como pesticida etnobotánico por los agricultores de la zona, bajo condiciones de almacén, encontrando que los extractos infusión, etanólico y metanólico produjeron mayor mortalidad larval (16,58 %) en comparación con otras ocho especies botánicas, pero con igual efectividad que *E. edulis* (18,97 %) y *P. uniflorus* (17,0 %).

- *Satureja sericea* (C. Presl. ex Benth) Briquet (Lamiaceae)

SEGOVIA *et al.* (2000) realizaron un ensayo bajo condiciones de almacén usando esta planta de importancia etnobotánica procedente de Cajamarca, Perú, encontrando efectividad en el control larvario, bajo sus tres formulaciones: infusión, etanólica y metanólica.

- *Schinus molle* L. (Anacardiaceae)

RODRÍGUEZ & EGÚSQUIZA (1996) evaluaron el efecto protector de hojas, frutos triturados y cenizas sobre tubérculos en Perú, determinando el porcentaje de tubérculos dañados y la mortalidad larval. Comprobaron que el empleo de hojas y frutos no solo ejerce efecto de barrera, sino también tiene efecto repelente. Las cenizas no mostraron diferencias significativas en comparación con el testigo. Además, evaluaron el efecto protector del aceite esencial obtenido del fruto en maceración por etanol.

LLONTOP *et al.* (1997) demostraron poca efectividad del extracto macerado acuoso bajo condiciones de laboratorio en Lambayeque, Perú al ser comparado con otras ocho especies.

- *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae)

LLONTOP *et al.* (1997), bajo condiciones de laboratorio en Lambayeque, Perú, mostraron poca efectividad bajo la forma de extracto macerado acuoso.

- *Urtica magellanica* (Urticaceae)

OBESO & CASTILLO (1996) realizaron un ensayo bajo condiciones de laboratorio a 30 d y de almacén a 90 d, en Trujillo, Perú, registraron poca eficiencia a una concentración al 10% en infusión durante 30 min.

- *Valeriana renifolia* Killip ((Valerianaceae)

SEGOVIA *et al.* (2000) encontraron que esta planta, utilizada tradicionalmente como medicinal en Cajamarca, Perú, presentó efectos biocidas larvarios en sus tres extractos: infusión y macerado etanólico y metanólico.

El análisis de la literatura en el Perú, ha mostrado que la polilla de la papa es la especie insectil más utilizada para evaluar la efectividad de diferentes plantas con propiedades biocidas (IANNACONE 2001). Se requiere más evaluaciones de estas plantas en diferentes formulaciones, para detectar efectos insecticidas y repelentes, así como su posibilidad de integración con otras alternativas, como el control biológico (CISNEROS *et al.* 1995, IANNACONE 2001).

2.3. FAUNA BENÉFICA

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 (MANSOUR 1987). Los depredadores y los parasitoides, es decir la fauna benéfica, deben ser tomados en consideración al efectuar el control químico de una determinada plaga, por el impacto negativo que tienen los pesticidas (AMALIN *et al.* 2000). 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).

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, PICANÇO *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). Esto se debe a que no se conoce en detalle los efectos directos e indirectos de los plaguicidas en la fauna benéfica (MURRUGARRA *et al.* 1998, BADAWY & ARNAOUTY 2000, IANNACONE 2001).

El empleo de bioensayos ecotoxicológicos para la evaluación, control y monitoreo de pesticidas, es un tópico de alta importancia (REPETTO *et al.* 2000).

Los himenópteros son uno de los órdenes de insectos más diversos en el mundo, siendo la vasta mayoría de sus especies microavispa parasitoides. En la región Neotropical, los superfamilias Ichneumonidae y Chalcidoidea, presentan el mayor número de géneros descritos (F.C. FERNÁNDEZ 2000).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) indica que, para el registro de un plaguicida de origen botánico, se requiere la caracterización del producto, su toxicología, el efecto en organismos no destinatarios y, finalmente, la exposición y su destino ambiental (DAFNA *et al.* 1997). La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) ha desarrollado diversos bioensayos estandarizados para determinar el efecto de plaguicidas sobre modelos representativos de enemigos naturales de plagas agrícolas bajo condiciones estandarizadas de laboratorio (CALOW 1993, HASSAN *et al.* 1994, VARGAS & UBILLO 2001). El conocimiento del efecto de plaguicidas, entre ellos los botánicos, sobre la fauna benéfica, y en especial sobre sus diferentes estados de desarrollo, permitirá evitar el uso de aquellos que tienen consecuencias negativas y fomentar la utilización de los que causen un menor impacto ecotoxicológico. En el Perú, no se tiene protocolos validados y estándares de bioensayo de evaluación con diferentes especies de controladores biológicos, como organismos no destinatarios, para determinar el efecto de los plaguicidas en ellos. IANNACONE & ALVARIÑO (2001b) han evaluado el efecto ecotoxicológico del carbámico cartap sobre la microavispa parasitoide *Muscidifurax raptorellus* Kogan & Lerner (Hymenoptera: Pteromalidae). Además, recientemente IANNACONE *et al.* (2002) han determinado el efecto de la rotenona sobre este último parasitoide.

Recientemente, FERNÁNDEZ *et al.* (2000) y FERREIRA *et al.* (2000) han empleado en Brazil, larvas de primer estadio de *C. externa* para detectar el efecto ecotoxicológico de algunos insecticidas y acaricidas sintéticos, en ensayos de corta duración. Sin embargo, a la fecha no se tiene resultados sobre el impacto de los extractos botánicos rotenona y nim, y del cartap, sobre las poblaciones de *C. externa*, en las diversas fases en su ciclo biológico.

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Los bioensayos fueron realizados en el Centro de Control Biológico del Programa Nacional de Control Biológico- Servicio Nacional de Sanidad Agraria (PNCB-SENASA), Vitarte, Lima, Perú durante los años 2000 y 2002.

3.2. EXTRACTOS BOTÁNICOS

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

3.2.1. Nim. El plaguicida empleado fue nim (NEEM-X®, extracto etanólico, 0,4 % de azadiractina). El nim tiene como principal ingrediente activo a la azadiractina. Para los bioensayos, la sustancia química se disolvió al 1 % en agua destilada (pH = 7,2; conductividad específica = 70 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$). Para el ensayo definitivo se emplearon concentraciones de IA en forma creciente y un factor de dilución con una tendencia de 0,5.

P. operculella: en el caso de los huevos con azadiractina se emplearon concentraciones de 16 y 32 mg L⁻¹. Para el ensayo de emergencia de pupas se usaron las concentraciones de 32 y 64 mg L⁻¹. Para el ensayo de emergencia de adultos se usaron concentraciones de 8 y 16 mg L⁻¹. Para las larvas neonatas de primer estadio se emplearon las concentraciones de 8, 16 y 32 mg L⁻¹.

C. externa: en el caso de los huevos, para el ensayo definitivo se emplearon las siguientes concentraciones de IA: 1, 2, 4, 8 y 20 mg L⁻¹ y un factor de dilución con una tendencia de 0,5. Para el ensayo definitivo con larvas de primer estadio se emplearon las siguientes tres concentraciones de IA: 8, 16, 40 mg L⁻¹ y un factor de dilución principalmente

de 0,5. En el bioensayo con pupas, se emplearon las siguientes dos concentraciones definitivas de IA: 16 y 32 mg L⁻¹ y un factor de dilución de 0,5.

En el caso de los adultos de *T. pintoi*, para el ensayo definitivo con azadiractina 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 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 azadiractina las siguientes concentraciones de IA: 1, 2, 4, 8 y 16 mg L⁻¹. La concentración de aplicación para el control de plagas en agricultura fluctúa entre 16 y 28 mg IA L⁻¹.

3.2.2. Rotenona. El plaguicida empleado fue rotenona (AGROSAN® 8 % P; 8 % IA). Para los bioensayos la sustancia química se disolvió al 1 % en agua destilada (pH = 7,2; conductividad específica = 70 µmhos cm⁻¹). Se emplearon concentraciones de IA en forma creciente y un factor de dilución de 0,5.

P. operculella: en el caso de los huevos, para el ensayo definitivo se emplearon las concentraciones de 800 y 1600 mg L⁻¹. Para las larvas neonatas de primer estadio se emplearon las concentraciones de 400 y 800 mg L⁻¹. Para el ensayo de emergencia de pupas se usaron las concentraciones de 800 y 1600 mg L⁻¹. Para el ensayo definitivo de emergencia de adultos se usaron concentraciones de 400, 800, 1600 y 3200 mg L⁻¹.

C. externa: en el caso de los huevos, para el ensayo definitivo se emplearon las siguientes concentraciones de IA: 100, 200, 400, 800 y 4000 mg L⁻¹ y un factor de dilución de 0,5. Para el ensayo definitivo con larvas de primer estadio se emplearon las siguientes concentraciones: 100, 200 y 400 mg L⁻¹ y un factor de dilución de 0,5. Finalmente, en el bioensayo con pupas se emplearon las siguientes concentraciones definitivas: 800, 1600 y 3200 mg L⁻¹ 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 a 960 mg IA L⁻¹.

3.2.3. *Schinus molle* y *Lantana camara*. Las hojas de "molle" y "lantana" fueron utilizadas para la preparación de los extractos crudos, siendo que sus sustancias activas se encuentran mayormente a nivel foliar (GUNDIDZA 1993, SHARMA *et al.* 2000). Los especímenes botánicos de ambas especies fueron obtenidos de jardines adyacentes al Centro de Control Biológico (CCB), Vitarte, Lima, Perú, entre julio a octubre 2001 y febrero de 2002. La recolección del material vegetal para ambas plantas se realizó en la etapa de floración. El diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) para el molle fue como promedio 15 cm. La identificación de las especies fue realizada por María Isabel La Torre (Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

Las hojas de ambas especies fueron secadas por separado, empleando una estufa (a 40 °C) por 48 h, hasta obtener un peso constante por la pérdida de agua; para el molle el porcentaje de humedad fue de 75,8 % ± 4,4 (72,4 % - 82,2 %, n = 5) y para la lantana fue de 81,8 % ± 2,3 (79,9 % - 84,4 %, n = 3); posteriormente, las hojas fueron trituradas en un mortero hasta la obtención de un polvo granulométricamente menor a 0,5 mm (este diámetro fue verificado con un microscopio), resultando un polvillo en un 95 % menor o igual a este tamaño. Las muestras fueron herméticamente cerradas y fechadas hasta la preparación de los extractos, manteniéndolas en refrigeración a 6 °C por no más de 14 d. La preparación de los extractos botánicos acuosos crudos (F₁), fue realizada con agua destilada (pH = 7,2; dureza = 2,03 mg L⁻¹ y alcalinidad = 8 mg L⁻¹). Se preparó extractos acuosos al 10 %, en una proporción de 20 g por 200 mL de agua destilada, macerando por 48 h para la extracción de los compuestos hidrosolubles (THOMAZINI *et al.* 2000). Luego fueron filtrados a través de un papel fino (Whatman No.1). El pH de la solución acuosa se llevó a 6 al inicio de cada bioensayo, empleando una solución de NaOH 0,1M o con H₂SO₄ 0,1M. El pH fue medido mediante un potenciómetro Hanna 8417®. Solo se usaron extractos acuosos que habían sido recientemente preparados (no más de 72 h), debido a que microorganismos fúngicos afectan la calidad de los mismos.

Además, se obtuvo dos extractos botánicos liposolubles crudos (macerados), realizados con 50 mL de hexano grado analítico, y 5 g del polvo botánico, permitiendo la

extracción durante un periodo de 7 días a temperatura ambiente ($24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$), posteriormente se filtró con papel fino, obteniéndose el extracto botánico crudo de hexano al 10 % (F_2). Al residuo de material vegetal (después de esta primera extracción), se le añadió 50 mL de acetona grado analítico, procediéndose de idéntica manera para la obtención del extracto crudo de acetona al 10 % (F_3) (PASCUAL 1996). Los extractos crudos F_1 , F_2 y F_3 se emplearon sobre los huevos, larvas, emergencia de pupas y mortalidad de adultos de *P. operculella*. Se emplearon para los ensayos con huevos, larvas y pupas de *C. externa*. Finalmente se usaron en los bioensayos con las microavispa *T. pintoï* y *C. koehleri*.

3.3. CARTAP

El plaguicida empleado fue cartap (BALA® 50 PS). Para los ensayos definitivos se emplearon concentraciones de IA en forma creciente y un factor de dilución principalmente de 0,5.

P. operculella: para el ensayo de eclosión de huevos se usaron las concentraciones de 2500 y 5000 mg L⁻¹. Para las larvas neonatas de primer estadio fueron empleadas las concentraciones de 1 250 y 2 500 mg L⁻¹. Para el ensayo de emergencia de pupas se usaron las concentraciones de 5 000 y 10 000 mg L⁻¹. Para el ensayo definitivo de mortalidad de adultos se usaron concentraciones de 5 000 y 10 000 mg L⁻¹.

C. externa: en el caso de los huevos, para el ensayo definitivo fueron empleadas las siguientes concentraciones de IA: 625, 1 250, 2 500, 5 000 y 10000 mg L⁻¹ y un factor de dilución de 0,5. Para el ensayo definitivo con larvas de primer estadio se emplearon las siguientes concentraciones de IA: 1,25, 6,25, 62,5, 125, 1 250, 2 500, 5 000 y 10 000 mg L⁻¹ y un factor de dilución alternado de 0,1 y 0,5. Para las larvas de tercer estadio fueron empleadas las siguientes concentraciones de IA: 0,24, 0,49, 2,49, 6,24, 31,24, 156,24, 718,2 y 3 906 mg L⁻¹ y un factor de dilución alternado principalmente de 0,5. Finalmente, en el bioensayo con pupas, se emplearon las siguientes concentraciones definitivas: 18,75, 37,50 y 75 mg L⁻¹ y un factor de dilución de 0,5.

En el caso de los adultos de *T. pintoï*, para el ensayo definitivo se emplearon las siguientes concentraciones de IA: 9,38, 18,75, 37,5, 75, 1 250, 2 500, 5 000 y 10 000 mg L⁻¹. Para el ensayo definitivo de emergencia de adultos de *T. pintoï* fueron usadas las siguientes concentraciones de IA: 312,5, 625, 1 250, 2 500, 5 000 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, 1 250, 2 500 y 5 000 mg L⁻¹. Finalmente, para *D. gelechiidivoris* fueron

utilizadas en los bioensayos definitivos las siguientes concentraciones de IA: 18,75, 37,5, 75, 625, 1 250, 2 500 y 5 000 mg L⁻¹. La dosis de aplicación para el control de plagas en agricultura es 1 000 mg IA L⁻¹ en promedio.

3.4. PHTHORIMAEA OPERCULELLA

3.4.1. Crianza

Se obtuvo de una crianza iniciada en 1999, procedente de los Laboratorios del CCB. La especie se determinó a nivel del adulto y larva usando las ilustraciones y descripciones de HOLLOWAY *et al.* (1987). La crianza fue realizada con tubérculos de papa variedad "Huayro". Los tubérculos fueron colocados en envases plásticos de 20 x 30 x 9 cm, depositando en el fondo de cada recipiente una capa de 1,5 cm de arena desinfectada. Cada recipiente recibió 1000 g de tubérculos de papa y 1000 larvas neonatas de primer estadio de < 24 h de eclosionadas. Luego de aproximadamente dos semanas fueron recogidas las pupas y se lavaron con una solución de hipoclorito de sodio al 3 % (Lejía Clorox®) para facilitar la separación de las pupas del cocón de seda (DIONISIO 2001). Posteriormente se usó envases de 0,5 L de capacidad con un aproximado de 100 pupas al azar por recipiente, que fueron tapados con tela organza de 1000 μ de porosidad hasta la emergencia de los adultos, que en parte se usaron en los bioensayos. Finalmente, fue colocado externamente sobre cada tela organza un trozo circular de papel kraft para que las hembras ovipositen (ANGELES & ALCAZAR 1995). Los adultos y demás estadios fueron mantenidos a temperatura fluctuante de 24 \pm 3 °C y 65 % HR, y alimentados con agua azucarada de miel en proporción 3:1. Los ensayos se realizaron con huevos a < 24 h de ovipuestos, en pruebas de aplicación tópica por inmersión. Las pruebas de mortalidad fueron realizadas con una cohorte de larvas pequeñas neonatas de primer estadio de < 24 h de eclosionadas de los huevos, mediante ensayos en placas de petri de incorporación en dieta a 96 h de exposición. Los ensayos con las pupas se llevaron a cabo con individuos < 48 h en viales grandes, en pruebas de aplicación tópica por inmersión. Los ensayos con las formas adultas se realizaron con cohortes de individuos de < 48 h de emergidos de las pupas, empleando pruebas de contacto residual en viales grandes de vidrio (Tabla 3). Todos los bioensayos fueron realizados bajo condiciones de oscuridad para evitar el efecto de la fotólisis de los bioplaguicidas (CALOW 1993).

3.4.2. Bioensayos

Para todos los bioensayos con lantana y molle se incluyó una concentración con la máxima cantidad de solvente empleada (hexano y acetona). Fueron realizados bioensayos preliminares ("screening tests") y definitivos. Se usó generalmente un factor de dilución de 0,5 para el cálculo de las concentraciones crecientes empleadas. Los valores de pH fueron medidos en dos réplicas al inicio de los bioensayos, estandarizándose a $6 \pm 0,5$ (IANNACONE & GUTIERREZ 1999). Los bioensayos se realizaron a una temperatura entre 24 ± 3 °C.

3.4.2.1. Toxicidad por aplicaciones tópicas (Inmersión). Se realizaron las aplicaciones tópicas por inmersión, usando huevos y pupas de *P. operculella*, los huevos estuvieron adheridos a papel kraft con aproximadamente 20 por cada trozo (los trozos de papel variaron en tamaño debido a que los huevos no son colocados uniforme), y 20 pupas por concentración, durante 5 s en pequeñas placas petri de plástico en las concentraciones de las sustancias botánicas insecticidas, el cartap y en agua destilada, siguiendo las recomendaciones de EDOMWANDE *et al.* (2000) y de THOMAZINI *et al.* (2000). Después de la inmersión, los huevos y las pupas fueron colocados en papel Tissue® por 10 min, para absorber lo restante de las soluciones acuosas o de los solventes respectivos, y permitiendo el secado ambiental durante 1 h. Esto está en conformidad con el procedimiento propuesto por RODRIGUEZ (1995). Se aplicaron por lo menos dos concentraciones crecientes en mg (IA) L⁻¹ de los dos extractos botánicos (nim y rotenona) y el cartap en el agua destilada. Los extractos de lantana y molle fueron evaluados en extractos acuosos al 10 % (F₁), hexánico al 10 % (F₂) y acetónico al 10 % (F₃). Se trataron huevos con < 24 h de ovipuestos y con pupas con < 48 h con cada concentración de cada sustancia evaluada (20 huevos o 5 pupas/repetición). Los huevos y las pupas fueron aislados en viales de vidrio grandes (Tabla 3). Los viales fueron colocados en posición horizontal en una caja de plástico. Después de las aplicaciones tópicas, los viales se mantuvieron tapados en oscuridad, bajo condiciones de cría, realizándose las lecturas hasta la eclosión de las larvas o adultos sobre el 90% en el agua destilada. El porcentaje de eclosión de huevos fue calculado contando el número de huevos que tenían al menos un orificio de salida larvaria, dividiéndolo entre el número total de huevos fértiles y multiplicándolo por 100. El porcentaje de emergencia de pupas se calculó contando el número de pupas que tenían al menos un orificio de salida del adulto, dividiéndolo entre el número total de pupas y multiplicándolo por 100. La toxicidad para el

nim, rotenona y cartap fue expresada en mg (IA) L⁻¹ y para los extractos de molle y lantana se expresó en porcentaje.

3.4.2.2. Toxicidad por contacto-residual. Estos ensayos se llevaron a cabo para los adultos. Las pruebas toxicológicas fueron realizadas con cohortes de hembras y machos adultos colocados al azar y de < 48 h de emergidos de las pupas. Los bioensayos se realizaron bajo condiciones de oscuridad. Las lecturas fueron realizadas en viales grandes tapados con una torunda de algodón en ensayos estáticos (Tabla 3). El indicador de la prueba de mortalidad fue la inmovilización de los especímenes adultos, durante 10 s de observación bajo microscopio estereoscópico. Los adultos se alimentaron antes de los bioensayos toxicológicos con una solución de miel de abejas. Los extractos botánicos disueltos en agua destilada y el agua destilada fueron aplicados en viales de vidrio esparciendo 25 µL por vial. Todos los viales fueron tapados con una torunda de algodón y las concentraciones acuosas se colocaron con la ayuda de una pipeta automática con puntas descartables y luego con un hisopo se esparcieron homogéneamente sobre la superficie interna del vidrio. Sin embargo, este procedimiento, no previene que los insectos se adhieran a la superficie no tratada (torunda de algodón). 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. Para cada una de las pruebas fueron utilizados 100 a 120 individuos. Los individuos se consideraron muertos cuando no se posaron sobre los viales y fueron encontrados en el fondo del recipiente con las patas hacia arriba, durante 10 s de observación al microscopio estereoscópico. El tratamiento control consistió en agua destilada. Cuatro repeticiones fueron utilizadas (1 vial = 1 repetición) por tratamiento. Se condujeron ensayos de toxicidad aguda estáticos de residuos en oscuridad. Los viales fueron mantenidos en condiciones de cría y oscuridad, y se observó la mortalidad acumulada a 12, 24 y 48 h de exposición (HASSAN 1992). Las lecturas fueron continuadas siempre y cuando la mortalidad en el control no fuera mayor al 30 %. Cinco adultos se colocaron al azar por vial. Las condiciones del ensayo fueron de 24 ± 3 °C. La toxicidad se expresó en mg (IA) L⁻¹ y para los extractos de molle y lantana se expresó en porcentaje.

3.4.2.3. Toxicidad de incorporación a dieta. Estos ensayos se llevaron a cabo para las larvas neonatas de primer estadio a < 24 h de eclosionadas de los huevos. Cada repetición constó de un foliolo fresco de papa (variedad "Huayro") (± 0,5 g o 5 cm de largo) tratada con

los extractos durante 5 s en una placa petri y dejados a secar en un lugar ventilado durante 2 h, en papel Tissue®. El empleo de la variedad huayro fue debido a su disponibilidad en el CCB-SENASA. Los extractos se incorporaron al foliolo por inmersión, por lo que después se evaporó el disolvente (48 h a 40 °C en estufa); posteriormente un foliolo (= una repetición) fue colocado en placas de petri de 150 x 25 mm con 10 larvas neonatas. Se continuó el ensayo hasta que la mortalidad en el control (=agua destilada) fue mayor al 30 %.

3.4.3. Diseño experimental y tratamiento estadístico. Todos los bioensayos de toxicidad con huevos, larvas, pupas y adultos de la polilla de la papa se evaluaron con las concentraciones nominales respectivas, en un Diseño en Bloque Completamente Randomizado (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 de adultos/larvas, eclosión de huevos o emergencia de pupas/100)^{0,5} antes del análisis, para estabilizar el error de la varianza (ZAR 1996). En el caso de existir diferencias significativas entre las réplicas y entre los tratamientos se realizó una prueba DVS (Diferencias Verdaderamente Significativas) de Tukey (NORMAN & STREINER 1996). Además, se empleó un ANDEVA para determinar si existían diferencias en los porcentajes de mortalidad de adultos, en diferentes periodos de exposición. Los análisis estadísticos fueron realizados con los valores ajustados según la formula de Abbott, cuando se encontró en los bioensayos mortalidades diferentes de cero en el control o agua destilada (DIONISIO 2001). Cuando el efecto de mortalidad larvaria y de adultos en uno de los tratamientos fue menor que el control, los valores fueron ajustados a cero. Los resultados del análisis están en conformidad con el procedimiento de la American Society for Testing and Materials en pruebas de toxicidad (ASTM 1989). Para el cálculo de la estadística descriptiva e inferencial se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 7,5.

3.5. CHRYSOPERLA EXTERNA

3.5.1. Crianza

Los huevos desfilamentados (< de 48 h), se obtuvieron de cultivos estandarizados del Programa Nacional de Control Biológico, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (PNCB-SENASA), a partir de los cuales se realizaron las crianzas masivas en condiciones de laboratorio, con el fin de obtener larvas y pupas, para los bioensayos de susceptibilidad (NÚÑEZ 1988a). La especie se determinó a nivel del estadio larval y adulto usando las claves de NUÑEZ (1988b). Las larvas de primer estadio recién emergidas (< 24h), se

aclimataron masivamente en el laboratorio en envases cuadrangulares de plástico de 12 x 30 x 20 cm a los que internamente se acondicionaron cartulinas plegadas una sobre otra, estas larvas se alimentaron con huevos de la "polilla de los granos" *Sitotroga cerealella* (Olivier), pegados a cartulinas y renovados cada tres a cuatro días, obtenidos del PNCB-SENASA. Luego se obtuvieron las pupas y éstas fueron trasladadas a envases cilíndricos de plástico de 30 cm de altura x 20 cm de diámetro, para obtener los adultos y así continuar el ciclo biológico hasta la obtención de los huevos filamentosos. El alimento de los adultos estuvo compuesto por 24,4 % de miel de abeja (procedente de la Universidad Nacional Agraria La Molina-UNALM), 48,8 % de levadura de cerveza (Brewer's Yeast®, Lote No 276476-02, rica en vitamina B, principalmente tiamina 27 %, riboflavina 7 % y niacina 6 %), 24,4 % de agua destilada y 2,4 % de polen (procedente de la UNALM). La crianza se llevó a cabo bajo condiciones no controladas de temperatura y humedad relativa; sin embargo la temperatura fluctuó entre 21 °C y 27°C (Promedio = 24 °C) y la humedad relativa entre 65 % y 90 %. La crianza se realizó bajo un fotoperiodo 13:11 (L:O).

Para los bioensayos, fueron empleados huevos < de 48 h. Para la obtención de estados larvales y pupales, los huevos fueron incubados individualizados en pequeños viales de vidrio de 2 mL de capacidad. Las larvas fueron criadas individualmente en envases de vidrio de 5,5 mL de capacidad y alimentadas *ad libitum* con huevos de *S. cerealella*, pegados a cartulinas de 5 x 5 mm. Las larvas fueron criadas hasta el primer estadio de desarrollo y se emplearon cohortes de especímenes entre 24 a 48 h. Se escogió este estadio debido a que bioensayos ecotoxicológicos con otros chrysópidos han demostrado ser el estado más vulnerable (BADAWY & EL ARNAOUTY 2000). Sólo para el cartap se realizaron ensayos con la larva de tercer estadio. Para los bioensayos pupales se usaron cocones de 48 h de edad, debido a que toma hasta 48 h para desarrollar de prepupa a pupa (NUÑEZ 1988b, LIU & CHEN 2000). Para todos los estados de desarrollo, las pruebas de sensibilidad se realizaron bajo condiciones de oscuridad, para evitar el efecto de fotólisis de los extractos botánicos empleados (CALOW 1993).

Se indican los tres diferentes tipos de envases de vidrio (denominados pequeño, mediano y grande) empleados con tapones de algodón en los bioensayos ecotoxicológicos con los inmaduros de *C. externa* (Tabla 3). En general, a menos que se indique lo contrario, los bioensayos con los huevos y las larvas de primer estadio se realizaron en viales pequeños de vidrio. Las lecturas para las pupas se llevaron a cabo en envases grandes de vidrio (Tabla

3). Los indicadores para las pruebas fueron, para los huevos, la eclosión; para las larvas, la mortalidad, considerada como la inmovilización de los especímenes y la desadherencia a la superficie interna del vial de vidrio al ser pinchados con un alfiler entomológico, durante 15 s de observación bajo la acción del microscopio estereoscópico de 10X; y para las pupas, su emergencia.

3.5.2. Bioensayos

Se realizaron ensayos preliminares ("screening tests") y definitivos. Para la mayoría de los casos se usó un factor de dilución de 0,5 para el cálculo de las concentraciones nominales decrecientes. Los valores pH de las soluciones preparadas se midieron al inicio del ensayo, estandarizándose a $6 \pm 0,5$ (IANNACONE & GUTIÉRREZ 1999, IANNACONE & ALVARIÑO 2001a). Se utilizaron en todos los bioensayos concentraciones en mg (IA) L⁻¹ con rotenona, nim y cartap; y en porcentaje para la lantana y el molle. Los bioensayos se realizaron bajo condiciones no controladas de temperatura a 24 ± 3 °C.

3.5.2.1. Ecotoxicidad por aplicaciones tópicas. Se realizaron las aplicaciones tópicas por inmersión en huevos y pupas de *C. externa* durante 10 s en placas petri de plástico pequeñas, en las diluciones de las sustancias y en agua destilada, siguiendo las recomendaciones de SENIOR *et al.* (1998). Después de la inmersión, los huevos y las pupas fueron colocados en papel Tissue® por 10 min para absorber lo restante de las soluciones acuosas y permitir el secado ambiental. Se trataron 20 huevos y 20 pupas por cada concentración de cada sustancia evaluada (5 especímenes / repetición). Los huevos fueron individualizados en viales de vidrio pequeños y las pupas fueron colocadas en viales grandes con tapas de algodón (Tabla 3). Para la eclosión de los huevos se realizaron dos categorías, si a las 12 h de eclosionados, las larvas aún se encontraban vivas o no. Las pupas fueron colocadas en viales grandes con tapas de algodón (5 pupas/vial) (Tabla 3). Después de las aplicaciones tópicas, los viales se mantuvieron tapados en oscuridad bajo condiciones de cría, realizándose las lecturas hasta la eclosión de los huevos (120 h) y emergencia de las pupas sobre el 80%.

3.5.2.2. Ecotoxicidad por contacto-residual. Estos ensayos se llevaron a cabo para las larvas de primer estadio, alimentadas previamente con huevos de *S. cerealella*. Los extractos botánicos disueltos en agua destilada, el cartap y el agua destilada se aplicaron en viales de vidrio (12,5 µL para viales pequeños y medianos; y de 25 - 50 µL por cada vial de vidrio grande). En cada vial de vidrio se esparció homogéneamente en sus paredes y base, con la

ayuda de un hisopo de base de madera, los μL determinados de la sustancia química colocada en su interior y posteriormente se permitió el secado de los viales a temperatura ambiente durante 2 h o alternativamente a una temperatura de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ en una estufa durante 1 h con sus respectivos tapones de algodón. Posteriormente, en el interior de cada uno de los viales ya secos, se depositó una larva de primer estadio. Las placas se mantuvieron en condiciones de cría y oscuridad y se observó la mortalidad acumulada a 1, 24, 48 y 72 h de exposición (HASSAN 1992). Las lecturas se continuaron siempre y cuando la mortalidad en el control no sea mayor a 20%. Adicionalmente, solo el ensayo con la larva de tercer estadio (L_3) de *C. externa* fue realizado con el cartap. Las larvas fueron consideradas vivas si realizaban algún tipo de movimiento coordinado y adherencia con las patas a la superficie interna del vial de vidrio durante 15 s de observación al microscopio estereoscopio a 10x de aumento, con la ayuda de un alfiler entomológico.

3.5.2.3. Ecotoxicidad por incorporación en dieta. Estos ensayos se llevaron a cabo para las larvas de primer estadio de < 48 h, alimentadas con huevos de *S. cerealella* impregnados con los extractos botánicos rotenona y nim disueltos en agua destilada, el cartap y el agua destilada durante 10 s de sumersión y dejados a secar en papel Tissue® por 10 min para absorber lo restante de las soluciones acuosas y permitir su secado ambiental (FERNÁNDEZ *et al.* 2000). Se utilizaron cartulinas de huevos de *S. cerealella* de 10 x 10 mm como fuente de alimento para las larvas de primer estadio de *C. externa*. Estos bioensayos de ingestión fueron realizados en viales grandes y leídos a las 24, 48 y 72 h de exposición. Las lecturas de mortalidad siguieron el mismo procedimiento que lo indicado para los bioensayos de ecotoxicidad por contacto.

3.5.3. Diseño experimental y tratamiento estadístico. Todos los bioensayos de ecotoxicidad fueron evaluados con las concentraciones nominales respectivas en un Diseño en Bloque Completamente Randomizado (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/100)^{0,5} antes del análisis, para estabilizar el error de la varianza (ZAR 1996). En caso de existir diferencias significativas entre las réplicas y los tratamientos fue realizada una prueba DVS (Diferencias Verdaderamente Significativas) de Tukey (NORMAN & STREINER 1996). Los resultados del análisis están en conformidad con el procedimiento de la American Society for Testing and Materials en Pruebas de Ecotoxicidad (ASTM 1989).

3.6. MICROAVISPAS PARASITOIDES

3.6.1. *Trichogramma pintoi*

Las formas adultas (hembras y machos) de *T. pintoi* se obtuvieron a partir de cultivos estandarizados 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 determinó 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 *S. cerealella*. Se utilizó el ensayo de toxicidad por contacto-residual para las microavispa adultas y el de aplicaciones tópicas para los huevos parasitados de *S. cerealella*.

3.6.2. *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 Programa Nacional de Control Biológico (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 determinación se realizó con las claves de NOYES (1980). Los especímenes de *D. gelechiidivoris* fueron determinados con la descripción de MARSH (1975). Para *C. koehleri* se utilizó envases medianos y para *D. gelechiidivoris* viales grandes (Tabla 3).

3.6.3. Bioensayos

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

3.6.3.1. Ecotoxicidad 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 Integrado (IOBC) (HASSAN 1992). Se aplicaron los extractos botánicos y el cartap. 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 viales de vidrios grandes (Tabla 3) y las larvas momificadas se colocaron en viales grandes (Tabla 3). 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. koehler* 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. koehler* fue calculado 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. koehler*). La toxicidad se expresó en mg (IA) L⁻¹ o en porcentaje.

3.6.3.2. Ecotoxicidad por contacto-residual. Estos ensayos se llevaron a cabo para los adultos de las tres microavispa. Para *T. pinto*, las pruebas ecotoxicológicas fueron realizadas con cohortes de hembras y machos colocados al azar y < de 24 h de emergidos de los huevos de *S. cerealella*. Los bioensayos se efectuaron bajo condiciones de oscuridad. Las lecturas fueron hechas en viales pequeños tapados con una torunda de algodón en ensayos estáticos (Tabla 3). El indicador de la prueba de mortalidad fue la inmovilización de los especímenes, durante 10 s de observación bajo el microscopio estereoscopio (SMILANICK *et al.* 1996, DANFA *et al.* 1997, BRUNNER *et al.* 2001). Los adultos no se alimentaron antes de los bioensayos ecotoxicológicos. Los extractos botánicos disueltos en agua destilada, el cartap y el agua destilada fueron aplicados en viales de vidrio esparciendo 12,5 µL para los viales pequeños.

Para *C. koehler* y *D. gelechiidivoris*, todos los viales fueron cerrados con una torunda de algodón. Para *C. koehler*, se agregó 12,5 µL a los viales medianos de cada una de las

concentraciones acuosas, con ayuda de una pipeta automática con puntas descartables y luego con un hisopo se esparció homogéneamente sobre la superficie interna del vial. Para *D. gelechiidivoris*, fue adicionado 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 fueron realizados con cohortes de adultos < de 48 h de emergidos, solo *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 fueron utilizados 100-120 individuos. Los individuos se consideraron muertos cuando no se posaron sobre el vial de vidrio y fueron encontrados al fondo del recipiente con las patas dirigidas hacia arriba, durante 10 s de observación al microscopio estereoscopio. El tratamiento control consistió en agua destilada. Fueron utilizadas cuatro repeticiones (1 vial = 1 repetición) por tratamiento. Estos ensayos se realizaron por duplicado. Fueron conducidos ensayos de toxicidad aguda estáticos de residuos en oscuridad. Los viales se mantuvieron en condiciones de cría y fue observada 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 %. Para las tres microavispas fueron colocados cinco adultos al azar por vial. Las temperaturas ambientales del ensayo fueron de $25 \pm 3^\circ\text{C}$. La toxicidad se expresó en mg (IA) L^{-1} y en ng (IA) cm^{-2} .

3.6.4. Diseño experimental y tratamiento estadístico. Todos los bioensayos de ecotoxicidad con los parasitoides se evaluaron con las concentraciones nominales respectivas en un Diseño en Bloque Completamente Randomizado (DBCR). La eficacia de los tratamientos fue evaluada 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 significativas entre las réplicas y los tratamientos se realizó una prueba DVS (Diferencias Verdaderamente Significativas) de Tukey (NORMAN & STREINER 1996). Además fue evaluado 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 diferentes períodos de exposición. Los análisis estadísticos fueron realizados con los valores ajustados según la fórmula de Abbott, 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). Fue utilizado el coeficiente de correlación lineal de Pearson para determinar si existían diferencias significativas entre los valores de CL₅₀ del nim, rotenona y cartap 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®.

Todos los bioensayos de toxicidad con formas inmaduras y adultos de *C. externa* y *T. pintoi* y solo adultas de *C. koehlerii* se evaluaron con las fracciones respectivas de lantana y molle, en un Diseño en Bloque Completamente Randomizado (DBCR): 7 tratamientos (agua destilada, F₁, F₂ y F₃ de molle, y F₁, F₂, y F₃ de la lantana) x 4 repeticiones. El ensayo de emergencia de adultos de *C. koehlerii* siguió un DCR: 7 tratamientos x 10-20 repeticiones. La eficacia de los tratamientos se evaluó a través de un Análisis de Varianza (ANDEVA), con el modelo aditivo lineal, previa transformación de los datos a arcoseno (porcentaje de mortalidad de larvas o adultos, emergencia de adultos o eclosión de huevos /100)^{0,5} antes del análisis, para estabilizar el error de la varianza (ZAR 1996). Además, el ANDEVA fue usado en *C. koehlerii* con el fin de determinar si existían diferencias entre el número total de cámaras por larva momificada de *P. operculella*, entre el número de adultos emergidos, entre los adultos no emergidos, y finalmente entre las formas inmaduras no emergidas para las seis fracciones botánicas y el agua destilada, previa transformación de los datos a log(x+1). En el caso de existir diferencias significativas entre las réplicas y entre los tratamientos se realizó una prueba DVS (Diferencias Verdaderamente Significativas) de Tukey (NORMAN & STREINER 1996). Fue usado el χ^2 con el fin de determinar la existencia de dependencia o asociación significativa entre las fracciones botánicas y el efecto en el grado de desarrollo (adulto emergido, adulto no emergido y forma inmadura) de *C. koehlerii*. Los análisis estadísticos fueron realizados con los valores ajustados según la fórmula de Abbott, cuando se encontró en los bioensayos mortalidades diferentes de cero en el control o agua destilada (DIONISIO 2001). Cuando el efecto de mortalidad larvaria y de adultos en uno de

los tratamientos fue menor que el control, los valores fueron ajustados a cero. Los TL_{50} s (Tiempos Letales medios) se calcularon para *T. pintoi* y *C. koehleri* usando el programa computarizado Probit (E.P.A., Environmental Protection Agency de los E.E.U.U, versión 1,5). El modelo de regresión fue verificado usando el estadístico Chi-cuadrado. Se empleó la prueba de t de Student para datos pareados para determinar las diferencias en TL_{50} entre ambas microavispas (ASTM 1989). Se usó los índices de toxicidad propuestos por VARGAS & UBILLO (2001) para la catalogación de los plaguicidas a las dosis o concentraciones evaluadas. Se utilizó la Prueba No Paramétrica de Friedman y el Coeficiente de Concordancia de Kendall para determinar si existían diferencias entre los siete tratamientos evaluados empleando catorce puntos finales de lectura de las tres especies de controladores biológicos. Además se utilizaron para determinar cual de los 14 puntos finales de lectura fue comparativamente más sensible. Posteriormente se utilizó la prueba de Tukey no paramétrica para determinar si existían diferencias entre los tratamientos. Para el cálculo de la estadística descriptiva e inferencial se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 7,5.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. *PTHORIMAEA OPERCULELLA*

Se muestra las condiciones estandarizadas y criterios de aceptabilidad de la prueba que evalúa los efectos ovicidas (toxicidad por aplicaciones tópicas-inmersión) en *P. operculella* (Tabla 4). Se indica los protocolos estándares y los criterios de aceptabilidad del ensayo que determina los efectos de los tóxicos incorporados a la dieta por inmersión en las larvas neonatas de primer estadio (L_1) (Tabla 5). Finalmente, son mostradas las condiciones y criterios del bioensayo con las pupas y las formas adultas de *P. operculella* (Tablas 6-7).

Los porcentajes de eclosión de huevos a las concentraciones empleadas de azadiractina de 16 y 32 mg (IA) L^{-1} , no mostraron diferencias significativas en comparación con el testigo absoluto (agua destilada) (Tabla 8). A las concentraciones de 800 y 1600 mg (IA) L^{-1} de rotenona y 2500 y 5000 mg (IA) L^{-1} de cartap, si existieron diferencias significativas en el porcentaje de eclosión de huevos. Con relación a los extractos acuosos de lantana y molle, ninguno mostró efectos ovicidas significativos en comparación con el control (agua destilada) (Tabla 8). Solo los extractos acetónicos de lantana al 10 % y hexánico de molle al 10% presentaron efectos en la eclosión de los huevos, estadísticamente diferentes al agua destilada.

Se indican los porcentajes de mortalidad de la L_1 a diferentes extractos botánicos (Tabla 9). La azadiractina desde 8 mg (IA) L^{-1} mostró 55,86 % de mortalidad larvaria. La rotenona mostró 92,5 % de mortalidad desde 400 (IA) L^{-1} . A concentraciones de cartap desde 1250 mg (IA) L^{-1} se observan mortalidades de 97,5 %. Los extractos acuosos de lantana y molle mostraron efectividad en el control larvario sobre el 70 % y fueron altamente

significativos en comparación con el agua destilada. No se observaron diferencias significativas entre la F_2 y F_3 del molle y de la lantana.

Los porcentajes de emergencia pupales no se vieron afectados por el efecto de los extractos botánicos y del cartap (Tabla 10).

Al evaluar el efecto de la azadiractina, rotenona, cartap, lantana y molle en la mortalidad de adultos, en todos los casos no existieron diferencias en los tiempos de exposición y entre ninguno de los tratamientos evaluados, a excepción de la F_2 de la lantana a 24 h y a 48 h (Tabla 11).

4.2. CHRYSOPERLA EXTERNA

Son indicados los criterios de aceptabilidad de los ensayos ecotoxicológicos con huevos, larvas y pupas de *C. externa* (Tablas 12-14).

Los porcentajes de eclosión de los huevos de *C. externa*, a las concentraciones empleadas de 1- 20 mg (IA) L^{-1} de azadiractina y 100 -4000 mg (IA) L^{-1} de rotenona, no indicaron efectos estadísticamente significativos en comparación con el testigo absoluto (agua destilada) (Tablas 15-16). A concentraciones de 4000 mg (IA) L^{-1} de rotenona y de 8 mg (IA) L^{-1} de azadiractina se observa efecto en los porcentajes de eclosión de los individuos vivos (que sobrevivieron más de 12 h) de 20 y 30%, respectivamente. En cambio, el cartap a concentración de 5 000 mg (IA) L^{-1} tiene efecto en la eclosión de los huevos (Tabla 16). Una concentración de 625 mg (IA) L^{-1} solo provoca 10% de eclosión de los huevos en larvas vivas (Tabla 16).

No existieron efectos en las pupas de *C. externa* a concentraciones de 32 mg (IA) L^{-1} de azadiractina, 3200 mg (IA) L^{-1} de rotenona y 75 mg (IA) L^{-1} de cartap (Tabla 17). Sin embargo la azadiractina produjo una demora significativa en la emergencia al comparar entre 15 y 18 d de exposición (Tabla 18).

Para el caso de larvas de primer estadio, concentraciones de 40 mg (IA) L^{-1} de azadiractina y 100 mg (IA) L^{-1} de rotenona provocaron mortalidades por efecto contacto-residual en L_1 estadísticamente diferentes al testigo absoluto (Tabla 19). El cartap a concentración de 1,25 mg (IA) L^{-1} , produjo un 80% de mortalidad solo a 1 h de exposición (Tabla 20), y para L_3 una concentración de 0,24 mg (IA) L^{-1} produjo mortalidades diferentes al control desde 1 h de exposición (Tabla 21).

Al evaluar el efecto por ingestión, la azadiractina a 40 mg (IA) L⁻¹ y la rotenona a 800 mg (IA) L⁻¹ no provocan efecto en L₁; cartap a concentraciones sobre 50 mg (IA) L⁻¹ produce de 80 (en 24 h) a 100% (en 72 h) de mortalidad (Tabla 22).

Se muestra el efecto de los extractos macerados del molle y la lantana sobre diferentes estados de desarrollo de *C. externa* (Tabla 23). Los extractos F₁ del molle y la lantana no causaron efectos diferentes al agua destilada con relación al porcentaje de eclosión de huevos. Sin embargo, para F₂ del molle y lantana y el F₃ de lantana se observó efectos ovicidas de estos extractos. La mortalidad de la L₁ a 48 h de exposición no se vió afectada significativamente para ninguno de los extractos, pues no causaron efecto de contacto-residual en comparación con el agua destilada. Sin embargo, fueron observadas diferencias entre la F₃ del molle y lantana. En el caso de la emergencia de las pupas de *C. externa* a lecturas de 8 y 21 d, e incluso considerando el efecto a 21 d de adultos emergidos que no pudieron expandir las alas, no se observó diferencias significativas a 8 d, a 21 d y a 21 d incluyendo a los que no emergieron las alas.

4.3. MICROAVISPAS PARASITOIDES

Se muestra la secuencia de los protocolos de bioensayo ecotoxicológico propuestos para *T. pintoi* (Tabla 24), *C. koehlerii* (Tabla 25) y *D. gelechiidivoris* (Tabla 26). Para las tres especies se sugiere un tiempo de duración del bioensayo ecotoxicológico 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 (Tabla 3).

4.3.1. *Trichogramma pintoi*

Se muestra el efecto de la azadiractina en un primer bioensayo sobre la mortalidad de adultos de *T. pintoi* a 6 y 12 h de exposición (Tabla 27). 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. Se indica en un segundo bioensayo el efecto de la azadiractina sobre la mortalidad de los adultos de *T. pintoi* a 3, 6 y 12 h de exposición (Tabla 28). A las 3 h de exposición no se observó ningún efecto en la mortalidad, inclusive en 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 porcentajes de mortalidad son diferentes entre las 6 y 12 h desde 4 mg (IA) L⁻¹.

Los efectos tóxicos observados fueron a concentraciones de azadiractina menores que las empleadas en el control de plagas.

Se indican los efectos biocidas de la rotenona y del cartap sobre adultos de *T. pintoi* (Tabla 29-30). 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 fue observada mortalidad de adultos diferentes al control (Tabla 29). 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 (Tabla 29). A concentraciones más altas, fueron observadas altas mortalidades a 24 h de exposición (Tabla 30).

Se 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* (Tabla 31-32); en varias de las concentraciones empleadas fueron observadas 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 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 %).

Se indica que a 3 h de exposición, en ningún caso se observó efectos significativos en la mortalidad de los adultos en comparación con el agua destilada (Tabla 23); sin embargo, la F₁ del molle al no causar efecto de mortalidad fue diferente a los otros extractos, pero no al agua destilada. A 6 h de exposición, fueron observadas diferencias solo entre el agua destilada y la F₃ de la lantana. Cuando se hizo el análisis a 12 h de exposición, las seis fracciones fueron estadísticamente diferentes al agua destilada, incluso la F₂ del molle y la F₃ de la lantana produjeron mortalidades > 90 %. La emergencia de adultos de *T. pintoi* a partir de huevos parasitados de *S. cerealella*, fue afectada por F₂ del molle y lantana, y el F₃ de la lantana.

4.3.2. *Copidosoma koehleri*

Se muestra el efecto de la azadiractina sobre *C. koehleri* a 6, 12 y 24 h de exposición (Tabla 33). 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 (Tabla 33). La rotenona presentó efectos significativos en comparación con el agua destilada desde 800 mg (IA) L⁻¹ a 24 h de exposición (Tabla 34). Además, es notorio el aumento de los porcentajes de mortalidad entre 12 y 24 h. Se señala el efecto del cartap en el porcentaje de mortalidad en ensayos estáticos de contacto y residuales (Tabla 35). A concentraciones relativamente bajas, de 39,06 mg (IA) L⁻¹ a 1 h de exposición, se observa un 90 % de mortalidad. Se indica el efecto de la azadiractina y rotenona sobre la emergencia de adultos de *C. koehleri* a partir de *P. operculella* (Tabla 36); a las concentraciones utilizadas solo la azadiractina resultó siendo diferente al agua destilada.

Se muestra los efectos de los seis tratamientos de lantana y molle y del agua destilada en la mortalidad de adultos a cuatro periodos de exposición, así como en la emergencia de los adultos a partir de larvas momificadas de *P. operculella* (Tabla 23). A las 3 h no se observó diferencias significativas en los porcentajes de mortalidad entre las tres fracciones del molle y lantana y el agua destilada. El mismo padrón se notó a 24 h de exposición. A 12 h de exposición, solo la F₁ de lantana mostró diferencias significativas con el agua destilada y a 48 h se observó un efecto notable de la F₃ de lantana. Con relación a la emergencia de adultos, la F₂ del molle y lantana, y la F₃ de lantana produjeron efectos significativos en comparación al agua destilada (Tabla 23). No existieron diferencias significativas entre las cámaras formadas por *C. koehleri* por larva momificada de *P. operculella*, pero si existieron diferencias entre el número de adultos emergidos, presentando un menor número de emergidos las fracciones F₂ y F₃ de lantana (Tabla 37). También existieron diferencias entre el número de adultos no emergidos, presentándose diferencias en el número de emergidos entre las fracciones F₃ de molle y F₃ de lantana. Finalmente, existieron diferencias entre el número de formas inmaduras no emergidas. Presentando un menor número de inmaduros no emergidos en las fracciones F₂ y F₃ de lantana, y en F₂ de molle (Tabla 37). Se observó que existen diferencias en los porcentajes de adultos emergidos, no emergidos y en las formas inmaduras no emergidas bajo la acción de los siete tratamientos (seis fracciones botánicas y el agua destilada) ($\chi^2 = 1661$; *g.l.* = 12; *P* = 0,000).

4.3.3. *Dolichogenidia gelechiidivoris*

Se indica el efecto de contacto-residual de la azadiractina y rotenona sobre la mortalidad de *D. gelechiidivoris* (Tabla 38). Para la azadiractina se observó diferencias significativas desde 8 mg (IA) L⁻¹ en comparación con el agua destilada a 24 y 48 h de exposición. Sin embargo, no se apreció diferencias en los porcentajes de mortalidad entre las 24 y 48 h. Se muestran en un segundo y tercer bioensayo ecotoxicológico los efectos de los extractos botánicos (Tablas 39-40); se observa para la azadiractina 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 (Tabla 39). En estos ensayos se observó diferencias en los porcentajes de mortalidad entre 12 y 24 h. Se muestra el efecto del cartap a una concentración de 75 mg (IA) L⁻¹, con un 30 % de mortalidad estadísticamente diferente al control a 3 h de exposición (Tablas 41-42). Además existe 50 % de mortalidad a una h de exposición a 2500 mg (IA) L⁻¹ (Tabla 42).

4.3.4. Análisis comparativo global de la fauna benéfica

La toxicidad aguda en términos de CL₅₀ en mg (IA) L⁻¹ para la azadiractina, rotenona y cartap para los parasitoides, presentó la siguiente secuencia de sensibilidad en orden descendente a 12 h de exposición: *C. koehlerii* > *D. gelechiidivoris* > *T. pintoii* (Tabla 43). En cambio, en el caso de la rotenona se observó otra secuencia de mayor sensibilidad en orden descendente a 24 h de exposición: *D. gelechiidivoris* > *T. pintoii* > *C. koehlerii* (Tabla 44). Finalmente, para el cartap la secuencia fue: *T. pintoii* > *C. koehlerii* > *D. gelechiidivoris* (Tabla 45). Ninguna de las tres avispas resultó ser la más sensible a la acción de las tres sustancias químicas. Se muestra una evaluación comparativa entre los tres modelos de bioensayos con microavispa (Tabla 46). Además, se realizó una relación lineal entre los valores de CL₅₀ para los tres pesticidas en las tres microavispas, no existiendo ningún tipo de correlación significativa entre sí (Tabla 47).

La prueba de Friedman y el Coeficiente de Concordancia de Kendall mostraron que de los siete tratamientos con lantana y molle, existieron diferencias significativas entre el agua destilada y las F₂ y F₃ de lantana, al evaluar al mismo tiempo los 14 puntos de lectura encontrados para *C. externa*, *T. pintoii* y *C. koehlerii* (Tabla 23). Además, estas pruebas mostraron que el ensayo de mortalidad de adultos de *T. pintoii* a 12 h de exposición fue el más sensible, seguido al de mortalidad de *C. koehlerii* a 48 h de exposición y luego el de

emergencia de adultos de *T. pinto* de huevos de *S. cerealella*. La menor sensibilidad fue observada en el ensayo de *C. koehler* a 3 h de exposición (Tabla 23).

Se observa que existen diferencias en los valores de TL_{50} s (en h) para cada uno de los tratamientos (agua destilada, lantana y molle) para *T. pinto* y *C. koehler* ($t = 3,21$; $g.l. = 6$; $P = 0,01$), siendo, *T. pinto* en términos de TL_{50} más sensible que *C. koehler*, según la escala de VARGAS & UBILLO (2001). Los extractos botánicos de lantana y molle para *T. pinto* son moderadamente tóxicos (entre 5 y 24 h) y para *C. koehler* levemente tóxicos (> 24 h). Para *T. pinto*, la secuencia de TL_{50} en orden ascendente fue: F₃ lantana (5,09 h), F₃ molle (6,15 h), F₂ lantana (6,16 h), F₂ molle (6,31 h), F₁ lantana (6,82 h), F₁ molle (11,24 h) y agua destilada (17,46 h). En cambio fue ligeramente diferente para *C. koehler*, la secuencia de TL_{50} en orden ascendente siendo: F₁ lantana (26,33 h), F₁ molle (27,47 h), F₃ lantana (29,41 h), F₂ lantana (43,22 h), F₂ molle (51,01 h), F₃ molle (54,37 h) y agua destilada (141,58 h). A pesar de estas ligeras diferencias en el orden, los valores de TL_{50} se encuentran correlacionados linealmente entre ambas especies ($r = 0,81$; $g.l. = 5$; $P = 0,02$).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. *PHTHORIMAEA OPERCULELLA*

El análisis de la literatura ha mostrado que, en el Perú, la polilla de la papa es la especie insectil, más utilizada para evaluar la efectividad de diferentes plantas con propiedades biocidas (DAS 1995, IANNACONE 2001). Sin embargo, se ha podido notar que existen diferentes protocolos estandarizados para *P. operculella* para detectar actividad bioinsecticida en condiciones de laboratorio. En nuestro estudio fue observado que el primer estadio larval presentó las mayores sensibilidades en comparación con los huevecillos, pupas y los adultos (Tablas 8-11). ZALUCKI *et al.* (2002) han encontrado que las formas larvarias de primer estadio son las más sensibles al estrés ambiental, entre ellos los productos químicos tóxicos.

No se encontró efecto ovicida de la azadiractina sobre *P. operculella*, inclusive a concentraciones ligeramente mayores que las recomendadas para su uso. Otra meliácea *Trichilia pallida* Swartz, no produjo efectos en la viabilidad de los huevos de *T. absoluta* (THOMAZINI *et al.* 2000). Sin embargo, GAHUKAR (2000), ha demostrado efecto ovicida de la azadiractina sobre los lepidópteros *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Helicoverpa virescens* (F) y *Earias vittella* F.

ROEL (1998) ha señalado que la efectividad de un extracto botánico depende de la sustancia orgánica empleada para su extracción (acetona, metanol, hexano o acetato de etilo). MAGUIÑA & IANNACONE (2000) señalan que los extractos orgánicos botánicos presentan mayor actividad que los acuosos en el camarón salino *Artemia franciscana* (Kellog). Nuestros resultados muestran que la lantana y el molle en extractos orgánicos

presentaron efectos ovicidas significativos en comparación con el agua destilada (Tablas 8 y 9).

VALDIVIA *et al.* (2000) han demostrado que el extracto acuoso del nim fue ligeramente más efectivo en comparación con el extracto acuoso de limón y el aceite esencial de eucalipto sobre las larvas de primer estadio de *P. operculella* en términos de CL_{50} . Sin embargo, si se analiza el TL_{50} , es mucho mayor debido a que este producto induce deformación y muerte lenta de las larvas. El nim solo produjo efectos a nivel larvario, no causando efectos ovicidas, ni pupicidas, ni adulticidas. Esto se debería al mecanismo de acción del nim, que es un regulador del crecimiento de larvas de lepidópteros. Además, de otros componentes presentes en el extracto del grupo de los limonoides (melantriol, salinina, nimbina, deacetilazadiractinol, 3-deacetilsalanina y salanol) que ejercerían efecto biocida (CUBILLO *et al.* 1999). VIANA *et al.* (2000) señalaron que extractos acuosos del nim produjeron efectos en la longitud larval, peso y ancho de la cápsula cefálica a 10 d de exposición sobre *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).

GRAF & ROMAN (2000) indicaron que la rotenona, bajo la formulación de polvo seco, tuvo los mejores efectos en comparación con otros once tratamientos en la disminución del número de tubérculos dañados por la polilla de la papa.

A pesar que SCHMUTTERER (1997) y CUBILLO *et al.* (1999) señalan que el nim y la rotenona presentan un ligero efecto de contacto, nuestros resultados en ensayos de mortalidad en adultos de *P. operculella* no muestran efecto de la azadiractina a las dos concentraciones evaluadas y de la rotenona a las cuatro concentraciones ensayadas (Tabla 11).

VALLES & CAPINERA (1993) en un ensayo de laboratorio con *Spodoptera eridania* (Cramer), mostraron que la rotenona tuvo poco efecto en la mortalidad larval. YOSHIDA & TOSCANO (1994) para *H. virescens* mostraron que la rotenona tuvo menor actividad que la azadiractina en condiciones de laboratorio.

SIQUEIRA *et al.* (2000b) indica que el cartap provocó altos niveles de resistencia sobre *T. absoluta*, debido a los altos niveles de uso sostenido por los agricultores.

Finalmente, los resultados muestran que los extractos botánicos: rotenona, azadiractina, molle y lantana, y el carbámico cartap pueden ser recomendados para el control de plagas y parecieran ser compatibles en el MIP. Sin embargo estos productos

deben ser evaluados en ensayos ecotoxicológicos sobre componentes de la fauna benéfica pertenecientes al ecosistema agrícola (IANNACONE 2001).

5.2. CHRYSOPERLA EXTERNA

Los resultados muestran que el efecto de la rotenona, azadiractina y cartap en huevos, larvas de primer estadio y pupas de *C. externa* difirió con las concentraciones ensayadas. No se observaron efectos en el porcentaje de eclosión de huevos para la azadiractina y rotenona. Para el cartap, a concentraciones mayores de 5000 mg (IA) L⁻¹ y 10000 mg (IA) L⁻¹ fue significativamente diferente en comparación con el testigo absoluto. Cuando se tomó como criterio el porcentaje de eclosión de huevos con nacimiento de larvas que sobrevivan más de 12 h después de la eclosión, la azadiractina mostró efecto desde 8 mg (IA) L⁻¹ (30% de eclosión) y la rotenona desde 4000 mg (IA) L⁻¹ (20% de eclosión).

Para el caso de la emergencia de las pupas no se observaron efectos significativos para la azadiractina, rotenona y cartap en comparación con el testigo absoluto, a las dosis ensayadas. Sin embargo un análisis en el que se adicionó referencialmente el tiempo de emergencia, mostró diferencias entre 15 y 18 d para la concentración de 32 mg (IA) L⁻¹ de azadiractina, provocando un ligero retardo en el desarrollo pupal. BAOYING *et al.* (2001) indican que el chrysópido *Mallada signatus* (Schneider) la azadiractina demoró la pupación, indicando un efecto en la metamorfosis. Este menor impacto no necesariamente indica que la azadiractina es incompatible con el uso de *C. externa* como agente de control biológico. Este efecto puede ser evitado regulando el tiempo de aplicación de la azadiractina en un programa de manejo de plagas. MEJÍA *et al.* (2000) sugieren que la selectividad ecológica puede lograrse separando los componentes químicos y biológicos en el tiempo. Se ha sugerido que si se encuentra un insecticida que no es tóxico a un determinado enemigo natural en el laboratorio, es probable que sea atóxico al mismo insecto en el campo, y por lo tanto no serán necesarias pruebas adicionales de semicampo o de campo (LIU & CHEN 2000).

Evaluando larvas de primer estadio de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister), LIU & CHEN (2000) encontraron que el buprofezin tenía efecto negativo en el proceso de muda al segundo estadio. SHOUR & CROWDER (1980) muestran que la larva de primer estadio de *Chrysoperla carnea* Stephens es tolerante a la permetrina y susceptible al fenvalerato. Nuestros resultados también muestran que el primer estadio larval de *C. externa* es más vulnerable y susceptible a las sustancias químicas.

A pesar que no existe información publicada del efecto de la rotenona, azadiractina y cartap sobre *C. externa*. El efecto de la rotenona ha sido evaluado sobre el parasitoide *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae), encontrando un efecto altamente tóxico sobre este enemigo natural de la mosca blanca *Trialeurodes vaporarum* (Westwood)(KAWAI 1988) (Homóptera: Aleyrodidae). OBRYCKI *et al.* (1986) han determinado el efecto de la rotenona sobre *Edovum puttleri* Grisell (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide de huevos de *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). Además, en el ácaro *Amblyseius fallacis* (Gartman) depredador de la arañita roja *Tetranychus urticae* Koch, se ha evaluado la ecotoxicidad de la rotenona (STRICKLER & CROFT 1985).

SCHULTZ *et al.* (1993) ha indicado que el nim es un insecticida altamente benigno (atóxico) para depredadores y parasitoides de plagas en el cultivo de algodón y tomate. Sin embargo a concentraciones de aplicación más altas que las recomendadas se ha observado ligeros efectos en el crecimiento de larvas de coccinélidos y chrysópidos.

ISMAN (1997) ha indicado que los insecticidas botánicos tienen alta potencialidad de uso, principalmente en los países del Tercer Mundo. Sin embargo, existen barreras para su comercialización, tales como la escasez del recurso natural, control de calidad y estandarización, y finalmente el registro del bioplaguicida.

Que se observen efecto de contacto-residual en L_1 de *C. externa* por acción de rotenona, azadiractina y cartap, pudiera deberse en el primer caso a que este producto tiene efecto de contacto sobre varias especies de insectos (CUBILLO *et al.* 1999).

Aunque se ha indicado que la L_3 de los chrysópidos (*C. carnea* y *C. rufilabris*) son más tolerantes al efecto de tóxicos, en comparación a la L_1 (SHOUR & CROWDER 1980, MIZELL & SCHIFFHAUER 1990, HUREJ & DUTCHER 1994, LUI & CHEN 2000), nuestros resultados muestran que no existen diferencias significativas bajo el efecto del cartap en *C. externa*.

Los resultados con *C. externa* muestran que en general los extractos con solventes orgánicos de la F_2 de ambos productos botánicos y la F_3 de lantana tienen efectos ovicidas, siendo no selectivos sobre esta fase del depredador (Tabla 15), por lo que estas formulaciones no deberían ser utilizadas cuando esta fase de desarrollo sea dominante en el campo. Aún para estos casos se requiere estudios ecotoxicológicos de semicampo y campo (LIU & CHEN 2000). RAMIREZ *et al.* (2001) señalan que los extractos botánicos obtenidos

con disolventes al extraer distintos metabolitos pueden causar mortalidades variables sobre insectos evaluados en bioensayos de laboratorio. Las variaciones en términos de desviación estándar observadas entre los tratamientos sobre el efecto ovicida y sobre las pupas, podrían deberse a la carencia o reducción del contacto entre los huevos o pupas con el pesticida (LIU & CHEN 2000).

5.3. MICROAVISPAS PARASITOIDES

REPETTO *et al.* (2000) recomiendan que los bioensayos ecotoxicológicos que proveen información para la evaluación de riesgo ambiental de pesticidas y para el registro de nuevos plaguicidas, deben emplear invertebrados y seguir protocolos estándares (AHN *et al.* 1992). JEPSON (1993) ha efectuado un recuento de los principales protocolos estándares utilizados para evaluar los efectos de plaguicidas convencionales sobre invertebrados benéficos, así como metodologías de laboratorio para determinar la toxicidad de plaguicidas sobre los enemigos naturales. De igual manera son mostrados los protocolos estándares propuestos para la evaluación ecotoxicológica de pesticidas sobre adultos de *T. pintoi*, *C. koehleri* y *D. gelechiidivoris* (Tablas 24-26). Los protocolos empleados para los ensayos ecotoxicológicos son simples, requieren poco instrumental y son poco costosos, siendo fáciles de relacionar las concentraciones de aplicación en campo con los valores de CL_{50} , facilitando la evaluación de riesgo ambiental (DANFA *et al.* 1997).

Nuestros resultados indican que el efecto de la azadiractina, nim y cartap sobre los parasitoides varían con el insecticida, el tipo de ensayo 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 *Aleurothrixus floccosus* Mask (Homoptera: Aleyrodidae); *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) que controla 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 en las concentraciones máximas recomendadas en la agricultura. Además, NAVARRO & MARCANO (2000) señalan para *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman & Platner enemigos naturales de *H. zea* que los estados inmaduros son

menos sensibles que los adultos. Los resultados obtenidos en los adultos e inmaduros de *T. pinto* 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 (NAVARRO & MARCANO 2000, BRUNNER *et al.* 2001). CONSOLI *et al.* (1998) determinaron la toxicidad de varios insecticidas sintéticos utilizados en el control de *T. absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) sobre *T. pretiosum* y se ha demostrado el efecto subletal de la deltametrina en la modificación de la recepción y emisión de la feromona sexual de *Trichogramma brassicae* Bezd (DELPUECH *et al.* 2001). SUH *et al.* (2000) hallaron que *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner es una especie muy susceptible a la acción de los insecticidas spinosad y profenofos. Nuestros resultados muestran que la azadiractina, rotenona y cartap provocaron efectos significativos sobre *T. pinto*, a concentraciones menores a las recomendadas en la agricultura.

La literatura muestra resultados variables con relación a los efectos ecotóxicos de la azadiractina sobre organismos benéficos. Así, SMITH & KRISCHIK (2000) han señalado que el nim produjo menor mortalidad, en comparación a los pesticidas convencionales, sobre adultos de cuatro especies de coccinélidos, como *Hippodamia convergens* (Guérin-Ménéville), *Coleomegilla maculata* (DeGeer), *Harmonia axyridis* Pallas y *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera). Los productos derivados del nim, como la azadiractina, fueron atóxicos para *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoide de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) (VILLANUEVA-JIMÉNEZ 1998). AMALIN *et al.* (2000) han encontrado que el nim tiene muy poco impacto ecotoxicológico en la araña *Hibana velox* (Becker) (Araneae: Anyphaenidae) depredador de *P. citrella*. SCHNEIDER *et al.* (2000) señalan que la azadiractina presentó efectos tóxicos sobre las pupas del parasitoide *Hypsoter didymator* (Thunberg) (Hymenoptera). BAOYING *et al.* (2001) hallaron que *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae), alimentada con azadiractina, produjo efectos en la metamorfosis de la larva depredadora de *M. signatus* (Neuroptera: Chrysopidae), pero no en el adulto de *Harmonia conformis* (Boisduval) (Coleoptera: Coccinellidae). 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. pinto* y *D. gelechiidivoris*, pero moderadamente tóxica para *C. koehleri*.

De igual forma, para la rotenona se ha detectado en la literatura resultados contrastantes. Así, KAWAI (1988) ha encontrado que la rotenona es considerada tóxica para la *E. formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). HAMILTON & LASHOMB (1997), al evaluar rotenona a dosis máximas de empleo sobre *C. maculata* (Coleoptera: Coccinellidae), a nivel larval y adulto, encontraron alta mortalidad en ensayos tópicos. En cambio, *C. carnea* (Neuróptera: Chrysopidae) mostró poca mortalidad en bioensayos con aplicaciones tópicas de rotenona. 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*.

DIRAVIAM & VIRAKTAMATH (1993) muestran que el cartap sobre *Curinus coeruleus* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), es altamente tóxico, entre ocho pesticidas evaluados. Entre 27 plaguicidas evaluados, ha mostrado alta toxicidad sobre el nemátodo entomopatógeno *Steinernema carpocapsae* Werser (ZHANG *et al.* 1994). En contraste, SHINKAJI (1976) ha mostrado que el cartap no fue tóxico sobre *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae), entre 60 plaguicidas evaluados. IANNACONE & ALVARIÑO (2001) han indicado que el cartap no causó efectos tóxicos sobre *Muscidifurax raptorellus* Kogan & Lerner (Hymenoptera: Pteromalidae). 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.

Por otro lado, la sensibilidad no es el único criterio usado para seleccionar un bioensayo. Muchos otros parámetros deben ser considerados (Tabla 46). La simplicidad del manipuleo y lectura dependen esencialmente del tamaño del organismo. El orden de tamaño en orden decreciente de las tres microavispa es *D. gelechiidivoris* > *C. koehleri* > *T. pintoi*. La facilidad de obtención de material biológico es una gran ventaja para *T. pintoi*, luego *C. koehleri* y en menor grado para *D. gelechiidivoris*. El criterio de costo incluye lo invertido en materiales y los gastos del trabajo. Respecto al costo, usar *T. pintoi* es más barato que *C. koehleri*, siendo más caro *D. gelechiidivoris*. La concordancia ecológica favorece a *D. gelechiidivoris* y *C. koehleri* por ser ambos nativos del Perú; sin embargo, *T. pintoi* presenta menor fidelidad ecológica por ser introducido al Perú (Tabla 46).

El efecto letal de los insecticidas sobre la fauna benéfica ha sido bien documentado en la literatura (SCHMUTTERER 1997, TILLMAN & SCOTT 1997, FINIZIO *et al.* 2001). VARGAS & UBILLO (2001) muestran que los resultados obtenidos en bioensayos

ecotoxicológicos en condiciones de laboratorio sobre enemigos naturales no objetivos del control químico, sirven como referencia para orientar la selección de pesticidas en los programas de control de plagas y enfermedades en cultivos agrícolas, especialmente cuando se trata de implementar un programa de Manejo Integrado de Plagas, debiendo preferirse aquellos pesticidas de fácil degradación, considerando su modo y espectro de acción (RUMPF *et al.* 1997). VILLANUEVA *et al.* (2000), al evaluar el efecto de pesticidas sobre la sensibilidad del parasitoide *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya, permitieron seleccionar cuales pesticidas eran potencialmente compatibles con el control biológico dentro del Manejo Integrado de Plagas.

ROEL *et al.* (2000) han señalado que la efectividad de un extracto botánico depende de la sustancia orgánica empleada para su extracción (acetona, metanol, hexano o acetato de etilo). Nuestros resultados muestran que la lantana y el molle en extractos orgánicos presentaron mayores efectos ecotoxicológicos biocidas significativos en comparación con el agua destilada sobre organismos no destinatarios (Tabla 23).

Los efectos observados con *C. koehleri* variaron con la respuesta final evaluada, los tiempos de exposición y las formulaciones y plantas empleadas, siendo la F₃ de lantana al parecer, la que produjo los mayores impactos sobre el porcentaje de mortalidad a 48 h y en el porcentaje de emergencia de adultos en comparación con el testigo (agua) (Tabla 23). Así una sola aplicación de estos extractos bajo tal formulación tendría efectos deletéreos sobre los adultos y momias larvales que alojan al parasitoide (LONGLEY 1999). A pesar que las formas inmaduras (larval, prepupal y pupal) del parasitoide están protegidas por las momias larvales del hospedero, algunos insecticidas, dependiendo de sus propiedades fisico-químicas, son capaces de penetrar al interior de la momia, pudiendo ocurrir la muerte del parasitoide en sus diferentes fases de desarrollo (LONGLEY 1999). Además, residuos del pesticida pudieran permanecer en el exterior de las momias y las avispas ingerir los mismos como resultado del proceso de cortamiento con sus mandíbulas del orificio de emergencia o, también, durante el proceso de emergencia, los adultos estar expuestos a los químicos que quedan en la superficie de la momia, debido a que su cutícula aún no se encuentra endurecida (LONGLEY & STARK 1996).

En contraste, WILLRICH & BOETHEL (2001) han determinado que el diflubenzuron (inhibidor de la síntesis de quitina) no produce efectos deletéreos sobre *Copidosoma floridanum* (= *truncatellum*) (Ashmad), al no existir diferencias significativas en el

porcentaje de emergencia de adultos a partir de las larvas de *Pseudoplusia includens* (Walker).

LIU & CHEN (2000) indican que se requiere más estudios del efecto de insecticidas en chrisópidos y otros depredadores y parasitoides en diferentes agroecosistemas, y también se necesita elucidar como los extractos botánicos son usados en programas MIP (ISMAN 2000).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- La rotenona y azadiractina a las máximas concentraciones empleadas no causaron efectos estadísticamente significativos en el porcentaje de mortalidad de adultos de *Phthorimaea operculella*. La eclosión de los huevos se vio afectada por la rotenona, el extracto hexánico de lantana, el extracto acetónico de molle, y el cartap. La mortalidad de las larvas de primer estadio fue afectada por la azadiractina, por la rotenona, por el cartap y por los tres extractos de lantana y de molle. La emergencia de pupas no se vio afectada por casi ninguna de las sustancias químicas empleadas, a excepción del extracto hexánico y por cartap. En los ensayos de ingestión (efecto de la dieta), las larvas neonatas de primer estadio (L₁) fueron sensibles a todas las sustancias químicas, en comparación con el control a base de agua destilada.
- La rotenona, azadiractina y el cartap a las máximas dosis empleadas para el control de plagas no causaron efectos estadísticamente significativos en el porcentaje de eclosión de huevos y emergencia de pupas de *Chrysoperla externa*. La rotenona y la azadiractina causaron efectos en el porcentaje de eclosión de individuos vivos (que sobrevivieron más de 12 h). Además, la azadiractina provoca una demora significativa en el porcentaje de emergencia de pupas. Para el caso de L₁ de *C. externa*, la azadiractina y la rotenona, por efecto de contacto-residual provocaron mortalidades en L₁ estadísticamente diferentes al control. El cartap produjo un 80% de mortalidad a solo 1 h de exposición. La rotenona, nim y cartap provocaron efectos en la L₁ en ensayos de ingestión con huevos de *Sitotroga cerealella* impregnados de tóxicos. Los extractos acuosos de molle y lantana a las concentraciones empleadas no causaron efectos estadísticamente significativos en la

mortalidad de larvas y pupas de *C. externa*. En contraste, los extractos hexánicos de molle y lantana y el acetónico de lantana, tuvieron efectos ovicidas. Nuestros resultados muestran que la L₁ de *C. externa* fue el estado de desarrollo inmaduro más sensible.

- 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 *Trichogramma pintoi*, *Copidosoma koehleri* y *Dolichogenidia gelechiidivoris*. La emergencia de adultos de *T. pintoi* a partir de huevos de *Sitotroga cerealella* no fue afectada por la rotenona y el cartap. Además, la emergencia de adultos de larvas parasitadas de *P. operculella* no se afectó por la rotenona y la azadiractina. Nuestros resultados muestran que en la fase adulta las tres microavispa fueron sensibles a la rotenona, nim y cartap, principalmente en los ensayos de contacto-residuales. Los adultos de *T. pintoi* fueron sensibles a casi todas las fracciones botánicas de molle y lantana en ensayos de contacto-residualidad a 48 h de exposición, pero la emergencia de los adultos a partir de huevos de *Sitotroga cerealella*, se afectó principalmente por el extracto hexánico de molle y lantana, y por el acetónico de lantana. Los adultos de *C. koehleri* fueron sensibles al extracto acuoso del molle y al acetónico de lantana, en cambio la emergencia de los adultos de larvas momificadas de *Phthorimaea operculella* se vio afectada por el hexánico de molle y lantana, y por el acetónico de lantana. Los extractos hexánico y acetónico de lantana causaron los mayores efectos negativos. Entre los parasitoides evaluados, *T. pintoi* fue ligeramente más sensible a los extractos botánicos de lantana y molle en comparación a *C. koehleri*.

CAPÍTULO VII

LITERATURA

- 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.
- ALFONSO M, AVILÉS R, ESTRADA J, GONZALES N. 2000. Use and perspective of botanical pesticides in Cuba. Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- 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 Entomol.* 83: 254- 262.
- ANGELES I R, ALCÁZAR J. 1995. Susceptibilidad de la polilla *Scrobipalpuloides absoluta* al virus de la granulosis de *Phthorimaea operculella* (PoVG). *Rev. per. Ent.* 38: 65-70.
- 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, USA.
- ATOCHÉ H V, LUQUILLAS E P. 1992. Control de "las polillas de la papa" en almacén, mediante repelentes e insecticidas, en Huánuco. Libro de Resúmenes XXXIV Convención Nacional de Entomología. Lima, UNALM, 8- 12 noviembre 1992. p. 54.
- BADAWY H M A, EL 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 Q, 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.
- BEINGOLEA O G. 1994. Guía práctica para identificar familias de insectos de interés agrícola. Lima, Ed. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA). 309 pp.
- 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 *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the Ibiapaba Plateau, Ceara. An. Soc. Entomol. Bras. 21:217-224.
- BRAKO L, ZARUCCHI J L. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. Vol. 45. 1286 pp.
- BRUNNER J F, DUNLEY J E, DOERR M D, BEERS E H. 2001. Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (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.
- CALOW P. 1993. Handbook of ecotoxicology. Blackwell Science Ltd. Vol. I. 478 pp.
- CANO E, GLADSTONE G. 1994. Efecto del insecticida botánico, nim-20 sobre el parasitismo por *Trichogramma pretiosum* en huevos de *Helicoverpa zea* en el cultivo del melón. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 33: 23-25.
- CAÑEDO V, RAMAN K V. 1992. Efecto de la saponina de la quinua en las principales plagas de papa en condiciones de invernadero. Libro de Resúmenes XXXIV Convención Nacional de Entomología. Lima, UNALM, 8- 12 noviembre 1992. p. 54.
- CAÑEDO 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.
- CAÑEDO 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.
- CARDOSO J T, LAZZARI M N. 2000. Impact of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) on *Cinara* spp. (Homoptera: Aphididae) in laboratory. Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- CASIDA J E, QUISTAD G B. 1998. Golden age of insecticide research: Past, present, or future?. Annu. Rev. Entomol. 42: 1-16.
- CASTRILLÓN M, VALENCIA L, SALDARRIAGA A. 1994. Efecto de algunos extractos de plantas sobre la biología de *Phthorimaea operculella* (Zeller). In: Plantas para proteger cultivos. Tecnologías

- para controlar plagas y enfermedades. Gomero L. (Ed.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima. pp. 209-210.
- 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.
- CISNEROS F, ALCÁZAR J, PALACIOS, ORTIZ O. 1995. Una estrategia para el desarrollo e implementación del Manejo Integrado de Plagas. CIP Circular 21 (3): 2-7.
- COLL M, GAVISH S, DORI I. 2000. Population biology of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), in two potato cropping systems in Israel. Bull. Entomol. Res. 90: 309-315.
- 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.
- CONTRERAS M L. 1994. Uso de penca azul para el control de polillas y ranca en el cultivo de papa. In: Plantas para proteger cultivos. Tecnologías para controlar plagas y enfermedades. Gomero L (Ed.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos, Lima. pp. 179-182.
- CRISTOFARO M, ANFORA G, ARNONE S, GIOGIA V DI, FONZ V, PEDRAZZI E. 1999. Effects of an ethanolic olive leaf extract on *Phthorimaea operculella* Zeller in laboratory. 14 triennial Conference of the European Association for Potato Research. Sorrento (Italy). 2-7 May 1999. Assessorato Agricoltura. pp. 235-236.
- CUBILLO D, SANABRIA G, HILJE L. 1999. Evaluación de la repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 53: 65-71.
- 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.
- DAS G P, RAMAN M M. 1997. Effects of some inert materials and insecticides against the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) in storage. International J. Pest Management 43: 247-248.
- DAS G P. 1995. Plants used in controlling the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). Crop Protection 14: 631-636.
- DATTA S, SAXENA D B. 2001. Pesticidal properties of parthenin (from *Parthenium hysterophorus*) and related compounds. Pest. Manag. Sci. 57: 95-101.

- DEL TÍO R, MARTÍN S P, OCETE M E. 1996. Efectos de la aplicación de un extracto bruto del fruto de *Melia azederach* L. a la dieta de *Tribolium confusum* Duv. (Coleóptera, Tenebrionidae). Bol. San. Veg. Plagas 22: 421-426.
- 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.
- DIKSHIT A, NAQVI A A, HUSAIN A. 1986. *Schinus molle*: a new source of natural fungitoxicant. Appl. Environ. Microbiol. 51: 1085-1088.
- DIONISIO M. 2001. Efecto de dos subespecies de *Bacillus thuringiensis*: *aizawai* y *kurstaki* sobre tres especies de las polillas de la papa: *Phthorimaea operculella* (Zeller), *Symmetrischema tangolias* (Gyen) y *Tuta absoluta*. Tesis para optar el Título de Licenciada en Biología. Universidad Nacional Federico Villarreal. 107 pp + anexos.
- DIRAVIAM J, VIRAKTAMATH C A. 1993. Toxicity of some insecticides to *Curinus coeruleus* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), an introduced predator of the subadult psyllid. Entomol. 18: 77-79.
- DUA V K, GUPTA N C, PANDEY A C, SHARMA V P. 1996. Repellency of *Lantana camara* (Verbenaceae) flowers against *Aedes* mosquitoes. J Am Mosq Control Assoc 12: 406-408.
- EDOMWANDE E O, SCHOEMAN A S, BRITS J A, VAN DER MERWE M. 2000. Laboratory evaluation of lufenuron on immature stages of potato tuber moth (Lepidoptera: Gelechiidae). J. Econ. Entomol. 93: 1741-1743.
- 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.
- FERNANDEZ F C. 2000. Sistemática y filogenia de los himenópteros de la Región Neotropical: Estado del conocimiento y perspectivas. En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la Diversidad Entomológica en Iberomérica: PrIbes-2000. pp. 211-231.
- FERNANDEZ M C, DE BORTOLI S A, FERREIRA R J. 2000. Pesticides effects on *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- FERREIRA B J, SENO K C A, ALBERGARIA N M M S, DÓRIA H O S, DE FREITAS S. 2000. Acaricides selectivity evaluation on *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- FINIZIO A, CALLIERA M, VIGHI M. 2001. Rating system fro pesticides risk classification on different ecosistems. Ecotoxicol. Environ. Saf. 49: 262-274.

- FONSECA A R, CARVALHO C F, SOUZA B, ECOLE C C. 2000. Functional response of *Chrysoperla externa* fed on *Schizaphis graminum*. Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- FOSTER S P, HARRIS M O. 1997. Behavioral manipulation methods for insect pest-management. Annu. Rev. Entomol. 42: 123-146.
- 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.
- GAHUKAR R T. 2000. Use of neem products/pesticides in cotton pest management. Int. J. Pest Management 46: 149 -160.
- GARCÍA M R, BUSTAMANTE J U. 1999. Parasitismo de *Trichogramma* sobre gusano cachudo de la yuca *Erynnis ello* Linnaeus (Lepidoptera: Sphingidae). Resúmenes de la XL Convención Nacional de Entomología. Tumbes, Perú.
- 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.
- GHUISABERTI E L. 2000. *Lantana camara* L. (Verbenaceae) Fitoterapia 71: 467-486.
- GOMERO L O. 2000. Uso de plantas con propiedades repelentes e insecticidas. In: Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo. Arning I, Velásquez H (Eds.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima, Perú. pp. 13- 26.
- GONSCALVES M E C, OLIVEIRA J V, BARROS R, TORRES J B. 2000. Effect of vegetal aqueous extracts on immature stages and females of the cassava green mite *Mononychelus tanajoa*. Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- GRAF B, ROMÁN J Q. 2000. Control ecológico de la polilla de la papa en almacén. . In: Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo. Arning I, Velásquez H (Eds.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos, Lima. pp. 131-134.
- 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.
- GUNDIDZA M. 1993. Antimicrobial activity of essential oil from *Schinus molle* Linn. Cent. Afr. J. Med. 39: 231-234.
- HAMILTON G C, LASHOMB J H. 1997. Effect of insecticides on two predators of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Florida Entomol. 80: 10-23.
- HARVEY J A, CORLEY L S, STRAND M R. 2000. Competition induces adaptative shifts in caste ratios of 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.
- HASSAN S A, BIGLER F, BOGENSCHUETZ H, BOLLER E, BRUN J, CALIS J N M, COREMANS-PELSENEER J, DUSO C, GROVE A, HEIMBACH U, HELYER N, HOKKANEN H, LEWIS G B, MANSOUR F, MORETH L, POLGAR L, SAMSOE-PETERSEN L, SAUPHANOR B, STAEUBLI A, STERK G, VAINIO A, VAN DE VEIRE M, VIGGIANI G, VOGT H. 1994. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/ WPRS-working group pesticide and beneficial organisms. Entomophaga 39: 107-119.
- HILL T A, FOSTER R E. 2000. Effect of insecticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). J. Econ. Entomol. 93: 763-768.
- HILLER V A, GALEHOUSE A H, BOULDER O. 1987. A novel mechanism of insect resistance engineered into tobacco. Nature 300: 160-163.
- HOLLOWAY J D, BRADLEY J D, CARTER D J. 1987. 1 Lepidoptera. CIE Guides to insects of importance to man. CAB International Institute of Entomology. British Museum Natural History. London-England. 262 pp.
- 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^{er} 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.).
- HUREJ M, DUTCHER J D. 1994. Indirect effect of some insecticides used in pecan orchard to larvae of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). J. Entomol. Sci. 29: 450-456.
- 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.
- IANNACONE J A, ALVARIÑO L. 2001b. 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, ALVARIÑO L. 2001a. Efecto de la azadiractina y rotenona en las poblaciones del gusano ejército *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de tomate en Ica, Perú. Libro de Resúmenes XLIII Convención Nacional de Entomología "Ing. Oscar Beingolea Guerrero In Memoriam", del 04 al 08 de Noviembre del 2001. p. 136.
- IANNACONE J A, ALVARIÑO L, LAMAS G. 2002. Evaluación del riesgo ambiental del insecticida botánico rotenona empleando cuatro invertebrados de la biota animal. In: XXIV Congresso Brasileiro de

- Zoología: A Zoología e os Ecosistemas Costeiros. 17 a 22 de fevereiro de 2002. Itajaí- Santa Catarina. Mazzoleni, R.C.; Souto, F.X.; Lacava, L.A.; Braun, J.R.R. (Eds.). p. 644.
- IANNACONE J A, GUTIÉRREZ A. 1999. Ecotoxicidad de los agroquímicos lindano y clorpirifos sobre el nemátodo *Panagrellus*, la microalga *Chlorella* y el ensayo con *Allium*. *Agric. Téc. (Chile)* 59: 85-95.
- IANNACONE J A, MONTORO, I. 1999. Empleo de poblaciones de colémbolos como bioindicadores del efecto de plaguicidas en el cultivo de tomate en Ica, Perú. *Rev. per. Ent.* 41: 103-110.
- IANNACONE J A, MONTORO I. 2001. Dos productos botánicos (azadiractina y rotenona) sobre la artropofauna capturada con trampas de suelo en el tomate en Ica, II Congreso Internacional de Biotecnología. Arequipa, Perú.
- IANNACONE J A, MONTORO I. 2002. Dos productos botánicos (azadiractina y rotenona) sobre la artropofauna capturada con trampas de suelo en el tomate en Ica, Perú. *Rev. Colomb. Ent.* (en prensa).
- IANNACONE J A, MURRUGARRA Y. 2000a. Fluctuación poblacional del predador *Metacanthus tenellus* Stal (Heteroptera: Berytidae) por los insecticidas botánicos Rotenona y Neem en el cultivo de Tomate en el Perú. *Rev Col Ent* 26: 89-97.
- IANNACONE J A, MURRUGARRA Y. 2000b. 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. 2000. Efecto de dos extractos botánicos rotenona y neem sobre dos plagas del tomate en el Perú. Libro de Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Botánica. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa- Perú. p. 105.
- IANNACONE J A, REYES M. 2001. 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. Col. Ent.* 27: 147-152.
- IOSET J R, MARSTON A, GUPTA M P, HOSTETTMAN K. 2001. Five new prenylated stilbenes from the root bark of *Lonchocarpus chiricanus*. *J. Nat. Prod.* 64: 710-715.
- ISMAN M B. 1997. Neem and other botanical insecticides: Barriers to commercialization. *Phytoparasitica* 25: 339-344.
- 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.
- ISMAN M B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection* 19: 603-608.
- 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 Plants Tea Ser. D 10: 59-68.
- KHAMBAY B P S. 2000. Botanical insecticides: acceptability of established practices and challenges in developing new ones. Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- KROSCHEL J, W KOCH. 1996. Studies on the use of chemical botanical and *Bacillus thuringiensis* in the management of the potato tuber moth in potato stores. Crop Protection 15: 197- 203.
- 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. Annu. Rev. Entomol. 45: 175-201.
- LINO V E V. 1994. Control de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) en almacén; y la fluctuación poblacional adulta, en el valle de Mizque. Tesis (Ing. Agr.). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba (Bolivia). 88 p.
- LIU T X, CHEN T Y. 2000. Effects of the chitin synthesis inhibitor buprofezin on survival and development of immatures of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). J. Econ. Entomol. 93: 234-239.
- LIU T X, CHEN T Y. 2001. Effects of the insect growth regulator fenoxicarb on immature *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). Florida Entomol. 84: 628-633.
- LOCK D U O. 1994. Investigación Fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. PUCP. Lima, 302 pp.
- LONGLEY M. 1999. A review of pesticide effects upon immature parasitoids within mummified hosts. Int. J. Pest Management 45: 139-145.
- 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.
- LOPEZ M T R, VENDRAMIN J D. 2001. Resistance of potato genotypes to by the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). Sci. Agric. 58: 25-31.
- LLONTOP L J A, CARRASCO M, CALDERÓN C, RUIZ M. 1997. *Baculovirus phthorimaea*, *Bacillus thuringiensis* y dos extractos vegetales para el control de *Phthorimaea operculella* en semillas de papa almacenada. Libro de Resúmenes XXXIX Convención Nacional de Entomología. Sociedad Entomológica del Perú. Universidad Nacional de Piura. 26-30 octubre 1997. Piura-Peru. p. 33.

- MA D L, GORDH G, ZALUCKI M P. 2000. Toxicity of biorational insecticides to *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) and predators in cotton field. *International J. Pest Management* 46: 237-240.
- MAGUIÑA A A, IANNAONE J. 2000. *Artemia franciscana* Kellog 1906 "Camarón salino" como agente de bioensayo para evaluar cinco extractos crudos de plantas con propiedades antiparasitarias. *Bol. Soc. Quim. Perú* 66: 154-169.
- MALAKAR R, TINGER W. 1999. Resistance of *Solanum berthaultii* foliage to potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae). *J. Econ. Entomol.* 92: 497-502.
- 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, BUSTILLO A E, OROZCO J, CHAVEZ B. 2000. Efecto de cuatro insecticidas y de *Beauveria bassiana* sobre *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae), parasitoide de la broca del café. *Rev. Col. Ent.* 26: 117-123.
- MILLAN C D, FARRIS, WILHIDE J D. 2000. Evaluating mosquito control pesticides for effect on target and nontarget organisms. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 39: 324-328.
- MIZELL R F, SCHIFFHAUER D E. 1990. Effects of pesticide on pecan aphid predators *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) (Neuroptera: Chrysopidae), *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea* (L.), *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Aphelinus perpallidus* (Hymenoptera: Encyrtidae). *J. Econ. Entomol.* 83: 1806-1812.
- MOLINA N. 2001. Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 59: 76-77.
- MURRUGARRA Y, REYES M, IANNAONE 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 Tropical* 5: 337- 346.
- NORMAN G R, STREINER D L. 1996. *Bioestadística*. Mosby/Doyma Libros. 260 pp.

- NORRIS D M. 2000. Repellents: nature's first line of chemical defense. Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- NOYES J S. (1980). A review of the genera of Neotropical Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Bull. Br. Mus. (Natural History) (Entomology) 41: 107-253.
- NUÑEZ E Z. 1988a. Chrysopidae (Neuroptera) del Perú y sus especies más comunes. Rev. per. Ent. 31: 69-75.
- NUÑEZ E Z. 1988b. Ciclo biológico de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). Rev. per. Ent. 31: 76-82.
- NUÑEZ E Z. 1998. Importancia de los predadores en el control biológico. En: Nuevos aportes del control biológico en la agricultura sostenible. Lizarraga, A.T., U. C. Barreto & J. Holland (Eds.). pp. 69-96.
- OBESO R L, CASTILLO V J. 1996. Efecto de tres extractos vegetales y *Baculovirus phthorimaea* sobre la polilla de la papa en almacén. Sociedad Entomológica del Perú. Resúmenes de la 38 Convención Nacional de Entomología. Chincha (Perú). SEP. FONAGRO, Chincha. p.19.
- OBRYCKI J J, TAUBER M J, TINGEY W M. 1986. Comparative toxicity of pesticides to *Edovum puttleri* (Hymenoptera: Eulophidae) an egg parasitoid of the colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 79: 948-951.
- PALACIOS M, RAMAN K V. 1992. El Centro Internacional de la Papa y su papel en la difusión de programas de manejo integrado de la polilla *Phthorimaea operculella* (Zeller). Libro de Resúmenes XXXIV Convención Nacional de Entomología. Lima, UNALM, 8- 12 noviembre 1992. p. 60.
- PALACIOS M, RAMAN K V, ALCÁZAR J, CISNEROS F. 1994. Control integrado de la polilla de la papa. Centro Internacional de la Papa, Lima, 18 p. (Boletín de Capacitación CIP 4).
- 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, FILHO A P, 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 (Costa Rica) 54: 27-30.
- PINTO J D, OATMAN ED, 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 L I M, HUANG M D, DING Y, XIONG J.J, DU D P, TANG J, BEATTIE A C. 1996. Comparison of petroleum spray oils, abamectina, cartap, and methomyl for control of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in southern China. J. Econ. Entomol. 89:493-500.
- RAMAN K V. 1988. Manejo Integrado de Plagas de la papa en los países del tercer mundo. CIP Circular 16(1): 1-9.

- RAMAN K V, BOOTH R H, PALACIOS M. 1987. Control of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), in rustic potato stores. Trop. Sci. 27: 175-194.
- 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.
- RAMÍREZ L A, GARCÍA L E, RODRÍGUEZ C, CASTRO A E. 2001. Evaluación del efecto insecticida de extractos de plantas sobre *Leptophobia aripa elodia*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 60: 50-56.
- Reátegui R F, Perúano G M. 1999. Efecto del aceite esencial de *Lantana camara* L. sobre la oviposición de *Phthorimaea operculella* Z. Anales Científicos UNALM Perú. 41: 168- 173.
- REDOLFI H I, VARGAS G P. 1983. *Apanteles gelechiivoris* 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, REPETTO M. 2000. Alternative ecotoxicological methods for the evaluation, control and monitoring of environmental pollutants. Ecotoxicol. Env. Res. 3: 47-51.
- RIBEIRO L J, BERTI-FILHO E, ANTONIO M B. 2000. First record of *Chrysoperla externa* preying the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella*. First Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- RIDGWAY R L, KINZER R E. 1974. Chrysopids as predators of crop pests. Entomophaga 7: 45-51.
- RODRÍGUEZ A B, SÁNCHEZ G V. 1999. Influencia de la dieta alimentaria, tuberculos de papa en el ciclo de desarrollo de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller). Libro de Resúmenes de la XL Convención Nacional de Entomología. p. 12.
- RODRÍGUEZ A M T, EGUSQUIZA R. 1996. Efecto del molle (*Schinus molle*) y sus extractos en el control de *Phthorimaea operculella* en almacenes de papa. Sociedad Entomológica del Perú. Resúmenes de la 38 Convención Nacional de Entomología. Chinchá (Perú). SEP. FONAGRO, Chinchá. p. 23.
- RODRIGUEZ H C. 1995. Efeito de extractos aquosos de Meliaceae no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Piracicaba. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 135 p.
- ROEL A R. 1998. Efeito de extractos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) na sobrevivência e desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Piracicaba. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de Sao Paulo. 115 p.
- RUMPF S, FRAMPTON C, DIETRICH D R. 1998. Effects of conventional insecticides and insect growth regulators on fecundity and other life-table parameters of *Micromus tasmaniae* (Neuroptera: Hemerobiidae). J. Econ. Entomol. 91: 34-40.

- SÁNCHEZ G V, VERGARA C C. 1991. Plagas de papa. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Entomología. 255pp.
- 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. 121: 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 parasitoide *Hypsoter didymator*. Bol. San. Veg. Plagas 26: 465-473.
- SCHULTZ E B, BHATNAGAR D, JACOBSON M, METCALF R L, SAXENA R, UNANDER D. 1993. Neem a tree for solving global problems. Report of an Ad Hoc Panel of the Board on Science and Technology for International Development National Research Council. National Academic Press. Washington, D.C. 2nd.
- SEGOVIA I, PALACIOS M L, LAGNAOUI A. 2000. Evaluación de la actividad biocida de extractos acuosos sobre el desarrollo larval de *Phthorimaea operculella* Zeller. Libro de resúmenes de la XLII Convención Nacional de Entomología. Tarapoto, 22 al 26 de octubre 2000. p. 82.
- SEGOVIA I, PALACIOS M, CASTILLO J, LAGNAOUI A. 2001. Identificación del potencial biocida de ocho especies vegetales sobre el desarrollo de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller). Libro de Resúmenes XLIII Convención Nacional de Entomología. 04 al 08 de Noviembre del 2001. p.74.
- SENIOR L J, McEWEN P K, KIDD N A C. 1998. Effects of the chitin synthesis inhibitor triflumuron on green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): influence on adult potentialities and off-spring. Acta Zool. Fenn. 209: 227-231.
- SHARMA O P. 1984. A Review of the biochemical effects of *Lantana camara* toxicity. Vet. Hum. Toxicol. 26: 488-493.
- SHARMA O P, MAKKAR H P, DAWRA R K. 1988. A review of the noxious plant *Lantana camara*. Toxicon. 26: 975-987.
- SHARMA S, SHARMA O P, SINGH B, BHAT T K. 2000. Biotransformation of landadenes, the pentacyclic triterpenoid hepatoxins of lantana plant, in guinea pig. Toxicon. 38: 1191-1202.
- 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.
- SHOUR M H, CROWDER L A. 1980. Effects of pyrethroid insecticides on the common green lacewing. J. Econ. Entomol. 73: 306-309.

- SILECHI G, TERIESSIA J. 2001. Tuber damage by potato moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), on the field in eastern Ethiopia. *International J. Pest Management* 47: 109-113.
- SIQUEIRA H A A, GUEDES R N C, PICANÇO M, OLIVEIRA E E. 2000a. Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000. 664 p.
- SMILANICK J M, ZALOM F G, EHLER L E. 1996. Effect of Methamidophos residue on the pentatomid egg parasitoids *Trissolcus basal* 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.
- STRICKLER K, CROFT B A. 1985. Comparative rotenone toxicity in the predator *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) and the herbivore *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) grown on lima beans and cucumbers. *Environ. Entomol.* 14: 243-246.
- 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.
- SUTHERLAND J P, BAHARALLY V, PERMAUL D. 2002. Use of the botanical insecticide, neem to control the small rice stinkbug *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) in Guyana. *Entomotropica* 17: 97-101.
- SYDMONSON W O C, SUNDERLAND K D, GREENSTONE M H. 2002. Can generalist predators be effective bicontrol agents?. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 561-594.
- 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.
- THOMAZINI A P B W, VENDRAMIM J D, LOPES M T R. 2000. Extractos aquosos de *Trichilia pallida* e atracado tomateiro. *Sci. Agric.* 57: 13-17.
- TILLMAN P G, SCOTT W. 1997. Susceptibility of *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) to field rates of selected cotton insecticides. *J. Entomol. Sci.* 32: 303-310.
- URQUIZO J L, LICERAS L, J CASTILLO (2000). Impacto en los controladores biológicos por la aplicación de insecticidas para el control de *Prodiplosis 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.

- VALDIVIA L, PALACIOS M, LAGNAOUI A. 2000. Efecto de diferentes concentraciones de extracto de nim, aceite esencial de eucalipto y esencia de limón en el desarrollo de larvas de *Phthorimaea operculella*. In: Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo. Arning I, Velásquez H (Eds.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos, Lima. pp. 111-122.
- VALDIVIESO L J. 1991. Manual de Control Integrado de Plagas Agrícolas. Ediciones CDPI-CIP. 58 pp.
- VALLES S M, CAPINERA J L. 1993. Response of larvae of the southern armyworm, *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae), to selected botanical insecticides and soap. J. Agri. Entomol. 10: 145-153.
- 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. Agric. Téc. (Chile) 61: 35-41.
- VIANA P M, PRATES H T, CRUZ I, WAQUIL J M. 2000. The effect of aqueous extract of *Azadirachta indica* leaves on the control of *Spodoptera frugiperda* fed with corn leaves. Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000. 664 p.
- VICENTELO P. 1995. Evaluación del extracto de *Pluchea chingoyo* (H.B.K.) D.C. "Toñux" en la biología de *Phthorimaea operculella* (Zeller). In: Aportes para el manejo ecológico de cultivos. Valencia L, de la Peña E (Eds.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos, Lima. pp. 175-184.
- VILCAPOMA G. 2000. Especies biocidas en el Perú. In: Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo. Arning I, Velásquez H (Eds.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima, Perú. pp. 27-46.
- VILLANUEVA 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.
- VILLANUEVA-JIMENEZ J A. 1998. Development of an integrated pest management program for the citrus leafminer, (Lepidoptera: Gracillariidae) in Florida Nurseries. Ph. D. Dissertation. University of Florida, Gainesville. 133 pp.
- WAY M J, VAN EMDEN H F. 2000. Integrated pest management in practice-pathways towards successful application. Crop Protection 19: 81-103.
- WEENEN H, NKUNYA M H, BRAY D H, MWASUMBI L B, KINABO L S, KILIMALI V A. 1990. Antimalarial activity of Tanzanian medicinal plants. Planta Med. 56: 368-370.
- 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.

- WILLRICH M M, BOETHE D J. 2001. Efectos of diflubenzuron on *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoid *Copidosoma floridanum* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Environ. Entomol.* 30: 794-797.
- XIA Q, TAN P, FEN X, CHEN M, KAJIHARA N, MINAI M, HOSAKA Y. 1992. Assessment of the molluscicidal activities of Tribromosolan, cartap and chlorothalonil against *Oncomelania hupensis*. *Jpn. J. Med. Sci. Biol.* 45: 75-80.
- YOSHIDA H A, TOSCANO N C. 1994. Comparative effects of selected natural insecticides on *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *J. Econ. Entomol.* 87: 305-310.
- ZALUCKI M P, CLARKE A R, MALCOLM S B. 2002. Ecology and behavior of first instar larval lepidoptera. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 361-393.
- ZAR J H. 1996. Biostatistical analysis. 3th Ed. Prentice-Hall. Inc. Upper Saddle River. New Jersey. 662 pp.
- ZENG X N, COLL J T, XIE J J, LIU X Q, CAMPOS F D. 2000. Comparison of rotenone contents bioactivity between roots and callus cultures of *Derris elliptica*. Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.
- 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.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Plantas con propiedades biocidas empleadas para el control de la polilla de la papa, principalmente en el Perú.

Tabla 2. Grado de similaridad a nivel de familia con relación a las plantas con propiedades biocidas para el control de la polilla de la papa *P. operculella* entre el trabajo de DAS (1995) y la presente revisión.

Tabla 3. Tipos y características biométricas de los viales de vidrio empleados en los bioensayos ecotoxicológicos.

Tabla 4. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de eclosión de huevos de *P. operculella*.

Tabla 5. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de mortalidad larvaria de *P. operculella*.

Tabla 6. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de emergencia de pupas de *P. operculella*.

Tabla 7. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de mortalidad de adultos de *P. operculella*.

Tabla 8. Efecto de la azadiractina, rotenona, cartap, lantana y molle en la eclosión de huevos de *Phthorimaea operculella* en bioensayos en viales de vidrio.

Tabla 9. Efecto de la azadiractina, rotenona, cartap, lantana y molle en la mortalidad de L₁ de *Phthorimaea operculella* en bioensayos en placas de petri a 96 h de exposición.

Tabla 10. Efecto de la azadiractina, rotenona, cartap, molle y lantana en la emergencia de pupas de *Phthorimaea operculella* en bioensayos en viales de vidrio.

Tabla 11. Efecto de la azadiractina, rotenona, cartap, lantana y molle en la mortalidad de adultos de *Phthorimaea operculella* en bioensayos en viales de vidrio.

Tabla 12. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de eclosión de huevos de *C. externa*.

Tabla 13. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de mortalidad larvaria de *C. externa*.

Tabla 14. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de emergencia de pupas de *C. externa*.

Tabla 15. Efecto de la azadiractina y rotenona en los porcentajes de eclosión de huevos de *Chrysoperla externa* en bioensayos en viales pequeños de vidrio.

Tabla 16. Efecto de la azadiractina, rotenona y cartap en la eclosión de los huevos de *Chrysoperla externa* a diferentes h de exposición en bioensayos en viales pequeños de vidrio.

Tabla 17. Efecto de la azadiractina, rotenona, y cartap en la emergencia de pupas de *Chrysoperla externa* en bioensayos en viales grandes de vidrio.

Tabla 18. Efecto de la azadiractina en la emergencia de pupas de *Chrysoperla externa* en bioensayos en viales grandes de vidrio.

Tabla 19. Efecto de la azadiractina y rotenona en la mortalidad de L₁ de *Chrysoperla externa* a 48 h de exposición en bioensayos en viales grandes de vidrio (50 μL vial⁻¹).

Tabla 20. Efecto del cartap en la mortalidad de L₁ de *Chrysoperla externa* en bioensayos en viales grandes de vidrio (25 μL vial⁻¹).

Tabla 21. Efecto del cartap en la mortalidad de L₃ de *Chrysoperla externa* en bioensayos en viales medianos de vidrio (25 μL /vial).

- Tabla 22.** Efecto en la mortalidad de L₁ de *Chrysoperla externa* a tres diferentes h de exposición en bioensayos en viales grandes de vidrio alimentados con huevos de *Sitotroga cerealella* impregnados con azadiractina, rotenona y cartap.
- Tabla 23.** Efecto ecotoxicológico del molle y la lantana sobre las diferentes fases de desarrollo de *Chrysoperla externa*, *Trichogramma pintoï* y *Copidosoma koehleri*.
- Tabla 24.** Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de toxicidad aguda con *Trichogramma pintoï*.
- Tabla 25.** Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de toxicidad aguda con *Copidosoma koehleri*.
- Tabla 26.** Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de toxicidad aguda con *Dolichogenidia gelechiidivoris*.
- Tabla 27.** Efecto del nim en la mortalidad de adultos de la microavispa *Trichogramma pintoï* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 28.** Efecto del nim en la mortalidad de adultos de microavispas *Trichogramma pintoï* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 29.** Efecto de la rotenona y cartap en la mortalidad de adultos de la microavispa *Trichogramma pintoï* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 30.** Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de la microavispa *Trichogramma pintoï* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 31.** Efecto del del nim, rotenona y cartap en la emergencia de adultos de la microavispa *Trichogramma pintoï* a partir de huevos parasitados de *Sitotroga cerealella* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 32.** Efecto del nim, rotenona y cartap en la emergencia de adultos de la microavispa *Trichogramma pintoï* a partir de huevos de *Sitotroga cerealella* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 33.** Efecto del nim en la mortalidad de adultos de la microavispa *Copidosoma koehleri* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 34.** Efecto de la rotenona en la mortalidad de adultos de la microavispa *Copidosoma koehleri* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 35.** Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de la microavispa *Copidosoma koehleri* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 36.** Efecto del nim y rotenona en la emergencia de la microavispa *Copidosoma koehleri* de larvas momificadas de *Phthorimaea operculella* en bioensayos ecotoxicológicos.
- Tabla 37.** Efecto de los extractos de molle y lantana sobre diferentes fases del ciclo biológico de *C. koehleri*.
- Tabla 38.** Efecto del nim y rotenona en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 39.** Efecto del nim y rotenona en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 40.** Efecto del nim y rotenona en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 41.** Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 42.** Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* a diferentes h de exposición en bioensayos toxicológicos.
- Tabla 43.** Toxicidad aguda (CL₅₀ en mg (IA) L⁻¹) de la azadiractina (principal ingrediente activo del nim) sobre tres microavispas en bioensayos toxicológicos.

Tabla 44. Toxicidad aguda (CL_{50} en mg (IA) L^{-1}) de la rotenona sobre tres microavisvas en bioensayos toxicológicos.

Tabla 45. Toxicidad aguda (CL_{50} en mg (IA) L^{-1}) del cartap sobre tres microavisvas en bioensayos toxicológicos.

Tabla 46. Evaluación global de tres modelos de bioensayos ecotoxicológicos para la detección de pesticidas.

Tabla 47. Matriz de correlación de Pearson: Grado de asociación entre los valores de toxicidad aguda (CL_{50}) de los tres pesticidas en tres microavisvas.

Tabla 1. Plantas con propiedades biocidas empleadas para el control de la polilla de la papa, principalmente en el Perú.

Familia	Nombre científico	Nombre vernacular	Tipo de formulación	Efecto ¹	Referencia
Amaryllidaceae	<i>Agave americana</i> L.	Penca azul	Macerado	Ins	Contreras (1994)
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Molle	Aceite Esencial/ Macerado	Ins	Rodriguez & Egusquiza (1996)
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Molle	Macerado	Ins	Llontop <i>et al.</i> (1997)
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Molle	Macerado	Ins	Llontop <i>et al.</i> (1997)
Apiaceae	<i>Conium maculatum</i> L.	Cicutu	Planta seca	Ins	Graf & Román (2000)
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Culantro	Infusión	Ins	Obeso & Castillo (1996)
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	Laurel rosa	Infusión	Ins	Obeso & Castillo (1996)
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	Laurel rosa	Macerado	Ins	Llontop <i>et al.</i> (1997)
Asteraceae	<i>Ambrosia cumanensis</i> Kunth*	Altamisa	Infusión	Ins	Castrillón <i>et al.</i> (1994)
Asteraceae	<i>Ambrosia peruviana</i> Willd	Marco	Infusión	Ins	Obeso & Castillo (1996)
Asteraceae	<i>Bidens triplinervia</i> H.B.K.	Amor seco	Infusión/ Macerado	Ins	Segovia <i>et al.</i> (2001)
Asteraceae	<i>Pluchea chinchoyo</i> (H.B.K.) D.C.	Toñuz	Infusión	Ins	Vicentelo (1995)
Asteraceae	<i>Paranephelus uniflorus</i> Poeppig	-	Infusión/ Macerado	Ins	Segovia <i>et al.</i> (2001)
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth)	Palo Santo	Infusión	Ins	Obeso & Castillo (1996)
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow	Quinoa	Macerado/Polvo seco	Ins	Cañedo & Raman (1992)
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.*	Balsamina	Infusión	Ins	Contreras (1994)
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kunth *	Helecho marranero	Infusión	Ins	Contreras (1994)
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Infusión	Ins	Obeso & Castillo (1996)
Fabaceae	<i>Apurimacia boliviana</i> (Britton) Lavin	Chacanhuy	Infusión/ Macerado	Ins	Segovia <i>et al.</i> (2001)
Fabaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	Tara	Macerado	Ins	Llontop <i>et al.</i> (1997)
Fabaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	Tara	Infusión	Ins	Obeso & Castillo (1996)
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex M. Michelli	Pajuro	Infusión/ Macerado	Ins	Segovia <i>et al.</i> (2001)
Fabaceae	<i>Lonchocarpus nicou</i> (Aublet) DC.	Barbasco/ kumo	Polvo Seco	Ins	Atoche & Luquillas (1992)
Fabaceae	<i>Lonchocarpus nicou</i> (Aublet) DC.	Barbasco/ kumo	Polvo seco	Ins	Graf & Roman (2000)
Fabaceae	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet	Chocho	Macerado	Ins	Llontop <i>et al.</i> (1997)
Fabaceae	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet	Chocho	Infusión	Ins	Graf & Roman (2000)
Lamiaceae	<i>Satureja sericea</i> (C. Presl. Ex Bentham) Briquet	-	Infusión/ Macerado	Ins	Segovia <i>et al.</i> (2001)
Lamiaceae	<i>Salvia stypheles</i> Epling	Salvia	Infusión/ Macerado	Ins	Segovia <i>et al.</i> (2000)
Lamiaceae	<i>Minthostachys mollis</i>	Muña	Infusión	R	Obeso & Castillo (1996)
Lamiaceae	<i>Minthostachys</i> sp.	Muña	-	R	Gomero (2000)
Lamiaceae	<i>Minthostachys</i> sp.	Muña	Planta seca	Ins	Graf & Roman (2000)
Lamiaceae	<i>Minthostachys</i> sp.	Muña	Polvo seco	R	Atoche & Luquillas (1992)
Lamiaceae	<i>Minthostachys</i> sp.	Muña	Planta y Polvo seco	R	Raman <i>et al.</i> (1987)
Lamiaceae	<i>Minthostachys</i> sp. **	Muña	Planta Seca	R	Lino (1994)
Malvaceae	<i>Gossypium barbadense</i> L.	Algodón	Infusión	Ins	Obeso & Castillo (1996)
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Nim	Aceite esencial	R	Raman <i>et al.</i> (1987)
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Nim	Macerado	Ins	Valdivia <i>et al.</i> (2000)
Meliaceae	<i>Melia azederach</i> L. ***	Arbol del Paraíso	Macerado	Ins	1
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	-	R	Gomero (2000)
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	Polvo seco	R	Atoche & Luquillas (1992)
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	Aceite esencial	Ins	Valdivia <i>et al.</i> (2000)
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labillardière	Eucalipto	Planta y Polvo	R	Raman <i>et al.</i> (1987)

			seco		
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnhardt	Eucalipto	Macerado	Ins	Llontop <i>et al.</i> (1997)
Oleaceae	<i>Olea europaea</i> L. ****	Olivo	Macerado	Ins/ R	Cristofaro <i>et al.</i> (1999)
Papaveraceae	<i>Argemone subfusiformis</i> Ownbey	Cardo Santo	Infusión	Ins	Obeso & Castillo (1996)
Piperaceae	<i>Piper nigrum</i> C. D. C.	Pimienta	Polvo seco	R	Atoche & Luquillas (1992)
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf	Hierba Luisa	Planta seca	R	Raman <i>et al.</i> (1987)
Poaceae	<i>Oryza sativa</i> L.	Arroz	Planta seca	R	Raman <i>et al.</i> (1987)
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	Ruda	Planta seca	R	Graf & Roman (2000)
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Burman f.	Limón	Aceite esencial	Ins	Valdivia <i>et al.</i> (2000)
Solanaceae	<i>Capsicum</i> sp.	Aji	Planta seca	R	Raman <i>et al.</i> (1987)
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	Chamico	Macerado	Ins	Llontop <i>et al.</i> (1997)
Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Tabaco	Macerado	Ins	Llontop <i>et al.</i> (1997)
Urticaceae	<i>Urtica magellanica</i>	Ortiga	Infusión	Ins	Obeso & Castillo (1996)
Valerianaceae	<i>Valeriana renifolia</i> Killip	Valeriana	Infusión/ Macerado	Ins	Segovia <i>et al.</i> (2000)
Valerianaceae	<i>Valeriana renifolia</i> Killip	Valeriana	Infusión	Ins	Segovia <i>et al.</i> (2001)
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Lantana	Aceite esencial	Ins	Reátegui & Peruano (1999)
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Lantana	-	R	Gomero (2000)
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Lantana	Polvo seco	R	Raman <i>et al.</i> (1987)

† R= Repelente Ins= Insecticida - = sin datos

Los nombres científicos siguen a BRAKO & ZARUCCHI (1993)

* = en Colombia.

** = en Bolivia

*** = en Alemania

**** = en Italia

Tabla 2. Grado de similaridad a nivel de familia con relación a las plantas con propiedades biocidas para el control de la polilla de la papa *P. operculella* entre el trabajo de DAS (1995) y la presente revisión.

Familias exclusivas registradas por DAS (1995) (n=7) (22,58 %)	Familias comunes registradas por DAS (1995) y por los autores actuales (n=13) (41,94 %)	Familias exclusivas registradas por los autores actuales (n=11) (35,38 %)
<i>Araceae</i> <i>Asclepiadaceae</i> <i>Convolvulaceae</i> <i>Liliaceae</i> <i>Ranunculaceae</i> <i>Sapotaceae</i> <i>Zygophyllaceae</i>	<i>Asteraceae</i> <i>Anacardiaceae</i> <i>Chenopodiaceae</i> <i>Euphorbiaceae</i> <i>Fabaceae</i> <i>Lamiaceae</i> <i>Meliaceae</i> <i>Myrtaceae</i> <i>Papaveraceae</i> <i>Poaceae</i> <i>Rutaceae</i> <i>Urticaceae</i> <i>Verbenaceae</i>	<i>Amaryllidaceae</i> <i>Apiaceae</i> <i>Burseraceae</i> <i>Cucurbitaceae</i> <i>Dennstaedtiaceae</i> <i>Piperaceae</i> <i>Solanaceae</i> <i>Valerianaceae</i>

Tabla 3. Tipos y características biométricas de los viales de vidrio empleados en los bioensayos ecotoxicológicos.

tipo de vial	radio (cm)	altura (cm)	área interna total (cm ²)
Pequeño	0,5	2,7	9,26
mediano	0,7	3,7	17,08
grande	1	5	34,55

Tabla 4. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de eclosión de huevos de *P. operculella*.

Tipo de bioensayo	estático, aplicación tópica (inmersión)
Tiempo de exposición	96 h
Temperatura	24 ± 3 °C
pH de la solución a evaluar	6 ± 0,5
Fotoperiodo	oscuridad
Tamaño de envase, área interna total en cm ²	grande, 34,55
Tiempo de inmersión en la solución	5 s
Edad de los huevos	entre 0 y 24 h
Nº de réplicas por concentración	4
Nº de concentraciones más control	mínimo dos
Nº de organismos por concentración	80
Nº de organismos por envase	20
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 microscopio
Respuesta subletal	% de huevos eclosionados
Criterio de aceptabilidad sugerida	sobre 90% de eclosión en los controles

Tabla 5. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de mortalidad larvaria de *P. operculella*.

Tipo de bioensayo	estático, incorporación en dieta (inmersión)
Tiempo de exposición	96 h
Temperatura	24 ± 3 °C
pH de la solución a evaluar	6 ± 0,5
Fotoperiodo	oscuridad
Tipo y tamaño de envase	placa de petri de vidrio de 150 x 25 mm
Tiempo de inmersión de los foliolos en la solución	5 s
Edad de las larvas de I estadio	entre 0 y 24 h
Nº de réplicas por concentración	4
Nº de concentraciones más control	mínimo dos
Nº de organismos por concentración	40
Nº de organismos por placa de petri	10
Régimen de alimentación	requiere alimentación de foliolos de papa
Agua control y de dilución	destilada
Tiempo de observación en los viales de vidrio	10 s de observación bajo microscopio (inmovilización)
Respuesta letal	% de larvas inmovilizadas.
Criterio de aceptabilidad sugerida	sobre 70% de supervivencia en los controles

Tabla 6. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de emergencia de pupas de *P. operculella*.

Tipo de bioensayo	estático, aplicación tópica (inmersión)
Tiempo de exposición	96 h
Temperatura	24 ± 3 °C
pH de la solución a evaluar	6 ± 0,5
Fotoperiodo	oscuridad
Tamaño de envase, área interna total en cm ²	grande, 34,55
Tiempo de inmersión en la solución	5 s
Edad de las pupas	entre 0 y 48 h
Nº de réplicas por concentración	4
Nº de concentraciones más control	Mínimo dos
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 microscopio
Respuesta subletal	% de pupas emergidas
Criterio de aceptabilidad sugerida	sobre 90% de emergencia en los controles

Tabla 7. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de mortalidad de adultos de *P. operculella*.

Tipo de bioensayo	estático, aplicación tópica (inmersión)
Tiempo de exposición	12 h, 24 h y 48 h
Temperatura	24 ± 3 °C
pH de la solución a evaluar	6 ± 0,5
Fotoperiodo	oscuridad
Tamaño de envase, área interna total en cm ²	grande, 34,55
Tiempo de secado de envases o viales de vidrio	mínimo 1h
Edad de los adultos	< 48 h
Nº de réplicas por concentración	4
Nº de concentración más control	mínimo dos
Nº de organismos por concentración	20
Nº de organismos por envase	5
Régimen de alimentación	requiere alimentación con miel al 1%
Agua control y de dilución	destilada
Tiempo de observación en los viales de vidrio	10 s de observación bajo microscopio
Respuesta letal	% de adultos muertos
Criterio de aceptabilidad sugerida	sobre 80% de supervivencia en los controles

Tabla 8. Efecto de la azadiractina, rotenona, cartap, lantana y molle en la eclosión de huevos de *Phthorimaea operculella* en bioensayos en viales de vidrio.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	% eclosión	Sig.
agua destilada	96,98	a
azadiractina		
16	93,56	a
32	93,71	a
rotenona		
800	56,78	bc
1 600	40,28	c
cartap		
2 500	66,31	b
5 000	57,02	b
lantana ¹		
acuoso (F ₁)	93,96	a
hexánico (F ₂)	72,70	b
acetónico (F ₃)	93,61	a
molle ¹		
acuoso (F ₁)	89,56	a
hexánico (F ₂)	91,34	a
acetónico (F ₃)	66,95	b
control de solvente hexánico	81,55	a
control de solvente acetónico	86,51	a

Promedios en una misma línea, seguidos por la misma letra minúscula, no difieren significativamente a P= 0,05.

Prueba de Tukey (SPSS, versión 7,5). Sig.= Significancia

¹ = La concentración es para todos los casos al 10 % y no en mg (IA) L⁻¹.

Tabla 9. Efecto de la azadiractina, rotenona, cartap, lantana y molle en la mortalidad de L₁ de *Phthorimaea operculella* en bioensayos en placas de petri a 96 h de exposición.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	% mortalidad	Sig.
agua destilada	16,3 (0) ¹	a
azadiractina		
8	68(61,76)	b
16	78(73,72)	b
32	100 (100)	c
rotenona		
400	92,5 (91,04)	c
800	97,5 (97,01)	c
cartap		
1 250	97,5 (97,01)	c
2 500	100 (100)	c
lantana ²		
acuoso (F ₁)	80 (77,29)	b
hexánico (F ₂)	62,5 (55,19)	b
acetónico (F ₃)	82,5 (79,09)	b
molle ²		
acuoso (F ₁)	92 (90,44)	bc
hexánico (F ₂)	57,5 (49,22)	b
acetónico (F ₃)	90 (88,05)	bc

Promedios en una misma línea, seguidos por la misma letra minúscula, no difieren significativamente a P= 0,05.

Prueba de Tukey (SPSS, versión 7,5).

Sig.= Significancia

¹ = Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

² = La concentración es para todos los casos al 10 % y no en mg (IA) L⁻¹.

Tabla 10. Efecto de la azadiractina, rotenona, cartap, molle y lantana en la emergencia de pupas de *Phthorimaea operculella* en bioensayos en viales de vidrio.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	% emergencia	Sig.
agua destilada	85	a
azadiractina		
32	90	a
64	75	a
rotenona		
800	80	a
1 600	65	a
cartap		
5 000	95	a
10 000	85	a
lantana ¹		
acuoso (F ₁)	85	a
hexánico (F ₂)	90	a
acetónico (F ₃)	70	a
molle ¹		
acuoso (F ₁)	90	a
hexánico (F ₂)	75	a
acetónico (F ₃)	75	a
control de solvente hexánico	65	a
control de solvente acetónico	70	a

Promedios en una misma línea, seguidos por la misma letra minúscula, no difieren significativamente a P = 0,05.

Prueba de Tukey (SPSS, versión 7,5). Sig. = Significancia

¹ = La concentración es para todos los casos al 10 % y no en mg (IA) L⁻¹.

Tabla 11. Efecto de la azadiractina, rotenona, cartap, lantana y molle en la mortalidad de adultos de *Phthorimaea operculella* en bioensayos en viales de vidrio.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	12 h		24 h		48 h	
	% mortalidad	Sig.	% mortalidad	Sig.	% mortalidad	Sig.
agua destilada	5(0) ¹	aA	10(0) ¹	aA	15(0) ¹	aA
azadiractina						
8	10(5,62)	aA	15(11,11)	aA	20(5,88)	aA
16	5(0)	aA	5(0)	aA	10(0)	aA
agua destilada	0(0)	aA	0(0)	aA	0(0)	aA
rotenona						
400	0(0)	aA	0(0)	aA	0(0)	aA
800	0(0)	aA	5(0)	aA	5(0)	aA
1 600	0(0)	aA	5(0)	aA	5(0)	aA
3 200	5(0)	aA	10(0)	aA	10(0)	aA
cartap						
5000	100 (100)	cA	100 (100)	cA	100 (100)	cA
10 000	100 (100)	cA	100 (100)	cA	100 (100)	cA
lantana ²						
acuoso (F ₁)	0 (0)	aA	12,5 (2,77)	aA	12,5 (0)	aA
hexánico (F ₂)	6,25 (1,32)	aA	10 (0)	aA	10 (0)	aA
acetónico (F ₃)	0 (0)	aA	12,5 (2,77)	aA	12,5 (0)	aA
molle ²						
acuoso (F ₁)	12,5 (7,89)	aA	20 (11,11)	aA	25 (11,76)	aA
hexánico (F ₂)	0 (0)	aA	20 (11,11)	aB	22,5 (8,82)	aB
acetónico (F ₃)	37,5 (34,21)	bA	40 (33,33)	bA	42,5 (32,35)	bA

Promedios en una misma línea, 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 difiere significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión 7,5).

Sig.= Significancia

¹= Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

²= La concentración es para todos los casos al 10 % y no en mg (IA) L⁻¹.

Tabla 12. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de eclosión de huevos de *C.externa*.

Tipo de bioensayo	estático, aplicación tópica (inmersión)
Tiempo de exposición	120 h
Temperatura	24 ± 3 °C
pH de la solución a evaluar	6 ± 0,5
Fotoperiodo	oscuridad
Tamaño de envase	pequeño
Tiempo de inmersión en la solución	5 s
Edad de los huevos	< 48 h
Nº de réplicas por concentración o fracción	4
Nº de organismos por concentración o fracción	20
Nº de organismos por envase	1
Régimen de alimentación	no requiere alimentación
Agua control y de dilución	destilada
Tiempo de observación en los viales de vidrio	15 s de observación bajo microscopio
Respuesta subletal	% de huevos eclosionados
Criterio de aceptabilidad sugerido	> 80 % de eclosión en los controles

Tabla 13. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de mortalidad larvaria de *C. externa*.

Tipo de bioensayo	estático, contacto residual
Tiempo de exposición	48 h
Temperatura	24 ± 3 °C
pH de la solución a evaluar	6 ± 0,5
Fotoperiodo	oscuridad
Tipo y tamaño de envase, área interna del envase	grande, 34,55
Volumen de solución esparcida en las paredes internas	25 µL vial ⁻¹
Edad de las larvas de I estadio	entre 24 y 48 h
Nº de réplicas por concentración	4
Nº de organismos por concentración	20
Nº de organismos por vial	1
Régimen de alimentación	no se alimenta durante el ensayo
Agua control y de dilución	destilada
Tiempo de observación en los viales de vidrio	15 s de observación bajo microscopio (inmovilización) y desadherencia a la superficie interna del vial.
Respuesta letal	% de larvas inmovilizadas.
Criterio de aceptabilidad sugerido	> 80 % de supervivencia en los controles

Tabla 14. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de emergencia de pupas de *C. externa*.

Tipo de bioensayo	estático, aplicación tópica (inmersión)
Tiempo de exposición	> 120 h
Temperatura	24 ± 3 °C
pH de la solución a evaluar	6 ± 0,5
Fotoperiodo	oscuridad
Tamaño de envase, área interna total en cm ²	grande, 34,55
Tiempo de inmersión en la solución	5 s
Tiempo de secado de envases o viales de vidrio	mínimo 2 h a temperatura ambiente
Edad de las pupas	< 48 h
Nº de réplicas por concentración	4
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	15 s de observación bajo microscopio
Respuesta letal	% de pupas emergidas
Criterio de aceptabilidad sugerido	> 80 % de emergencia en los controles

Tabla 15. Efecto de la azadiractina y rotenona en los porcentajes de eclosión de huevos de *Chrysoperla externa* en bioensayos en viales pequeños de vidrio.

azadiractina			rotenona		
Concentración mg (IA) L ⁻¹	% eclosión	Sig.	Concentración mg (IA) L ⁻¹	% eclosión	Sig.
Agua destilada	90	a	Agua destilada	90	a
1	90	a	100	63,36	a
2	80	a	200	80	a
4	100	a	400	80	a

Promedios en una misma columna, seguidos por la misma letra, no difieren significativamente a $P= 0,05$. (Prueba de Tukey) (SPSS, versión 7,5).

Sig.= Significancia.

Tabla 16. Efecto de la azadiractina, rotenona y cartap en la eclosión de los huevos de *Chrysoperla externa* a diferentes h de exposición en bioensayos en viales pequeños de vidrio.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	120 h		Sig.	
	% Eclosión	% Eclosión vivos		
Agua destilada	90	a	80	a
cartap				
625	70	a	10	bc
1 250	90	a	30	b
2 500	100	a	20	b
5 000	50	b	20	b
10 000	10	b	0	c
azadiractina				
8	70	a	30	b
20	90	a	30	b
rotenona				
800	100	a	90	a
4 000	80	a	20	b

Promedios en una misma columna, seguidos por la misma letra, no difieren significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS versión 7,5).
Sig.= Significancia.

Tabla 17. Efecto de la azadiractina, rotenona, y cartap en la emergencia de pupas de *Chrysoperla externa* en bioensayos en viales grandes de vidrio.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	% Emergencia	Sig.
Agua destilada	100	a
cartap		
18,75	90	a
37,5	70	a
75	91	a
azadiractina		
16	90	a
32	95	a
rotenona		
800	70	a
1 600	80	a
3 200	100	a

Promedios en una misma columna, seguidos por la misma letra, no difieren significativamente a $P= 0,05$. (Prueba de Tukey) (SPSS, versión 7,5).

Sig.= Significancia.

Tabla 18. Efecto de la azadiractina en la emergencia de pupas de *Chrysoperla externa* en bioensayos en viales grandes de vidrio.

Concentración mg (IA) L-1	15d	Sig.	18d	Sig.	30d	Sig.
	% Emergencia		% Emergencia		% Emergencia	
agua destilada	80	a	95	a	95	a
azadiractina						
16	70	a	85	a	90	a
32	50	b	80	a	95	a

Promedios en una misma columna, seguidos por la misma letra, no difieren significativamente a $P= 0.05$. (Prueba de Tukey) (SPSS, versión 7,5).

Sig. Significancia.

Tabla 19. Efecto de la azadiractina y rotenona en la mortalidad de L₁ de *Chrysoperla externa* a 48 h de exposición en bioensayos en viales grandes de vidrio (50 µL vial⁻¹).

Concentración mg (IA) L ⁻¹	µg (IA) cm ⁻²	% Mortalidad	Sig.
agua destilada	-	0	a
azadiractina			
8	0,011	0	a
16	0,023	0	a
40	0,057	50	c
rotenona			
100	0,144	20	b
200	0,289	20	b
400	0,578	10	ab

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

Sig. = Significancia

Tabla 20. Efecto del cartap en la mortalidad de L₁ de *Chrysoperla externa* en bioensayos en viales grandes de vidrio (25 μ L vial⁻¹)

Cartap		1h		24 h	
Concentración	μ g IA	%	Sig.	%	Sig.
mg (IA) L ⁻¹	cm ⁻²	Mortalidad		Mortalidad	
Testigo	-	20	a	20	a
1,25	0,265	80	b	90	b
6,25	1,32	100	b	100	b
62,5	13,2	100	b	100	b
125	26,4	100	b	100	b
1 250	264	100	b	100	b
2 500	528	100	b	100	b
5 000	1056	100	b	100	b
10 000	2112	100	b	100	b

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

Sig. = Significancia.

Tabla 21. Efecto del cartap en la mortalidad de L₃ de *Chrysoperla externa* en bioensayos en viales medianos de vidrio (25 µL/vial).

Cartap		1h		24 h	
Concentración	ng (IA)	%	Sig.	%	Sig.
mg (IA) L ⁻¹	cm ⁻²	Mortalidad		Mortalidad	
Testigo	-	0	a	20	a
0,24	0,051	20	b	30	b
0,49	0,102	30	b	30	b
2,49	0,510	60	c	60	c
6,24	1,020	100	d	100	d
31,24	5,100	100	d	100	d
156,24	25,500	100	d	100	d
718,2	127,500	100	d	100	d
3 906	637,500	100	d	100	d

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

Sig. = Significancia.

Tabla 22. Efecto en la mortalidad de L₁ de *Chrysoperla externa* a tres diferentes h de exposición en bioensayos en viales grandes de vidrio alimentados con huevos de *Sitotroga cerealella* impregnados con azadiractina, rotenona y cartap.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	24 h		48 h		72 h	
	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.	% Mortalidad	Sig.
agua destilada	0	a	0	a	0	a
azadiractina						
4	0	a	0	a	0	a
40	0	a	0	a	0	a
rotenona						
400	0	a	0	a	0	a
800	0	a	0	a	0	a
cartap						
50	80	b	90	b	100	b
500	100	c	100	b	100	b

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

Sig. = Significancia.

Tabla 23. Efecto ecotoxicológico del molle y la lantana sobre las diferentes fases de desarrollo de *Chrysoperla externa*, *Trichogramma pintoi* y *Copidosoma koehleri*.

Tratamientos Especies, Puntos de lectura	Promedio \pm desviación estándar							Sig. ****
	agua destilada	molle acuoso (F ₁)	molle hexánico (F ₂)	molle acetónico (F ₃)	lantana acuoso (F ₁)	lantana hexánico (F ₂)	lantana acetónico (F ₃)	
<i>Chrysoperla externa</i>								
Huevos (% eclosión)	90 \pm 11,54a	95 \pm 10a	20 \pm 16,33b	100 \pm 0a	90 \pm 11,54a	20 \pm 16,32b	40 \pm 16,32b	cd
L _I (% mortalidad) 48 h	10(0) \pm 11,54ab	20(11,11) \pm 16,33ab	10(0) \pm 11,54ab	35(27,77) \pm 10 b	15(5,55) \pm 19,14	10(0) \pm 11,54ab	0 \pm 0a	abc
Pupas (8 d) (% emergencia)	50 \pm 20a	35 \pm 19,14a	55 \pm 19,14a	70 \pm 25,81a	75 \pm 25,16a	30 \pm 25,81a	70 \pm 20a	de
Pupas (21d) (% emergencia)	100 \pm 0a	90 \pm 11,54a	95 \pm 10a	90 \pm 11,54a	90 \pm 11,54a	90 \pm 11,54a	90 \pm 20a	ab
Pupas* (21d) (% emergencia)	95 \pm 10a	95 \pm 10a	85 \pm 10a	90 \pm 11,54a	80 \pm 16,33a	85 \pm 19,15a	85 \pm 19,15a	abc
<i>Trichogramma pintoi</i>								
Adultos (% de mortalidad) 3 h	5(0) \pm 9,04ab	0 \pm 0a	20(15,78) \pm 16,33b	25(21,05) \pm 19,15b	25(21,05) \pm 19,15b	20(15,78) \pm 16,33b	25(21,05) \pm 10b	abc
Adultos (% de mortalidad) 6 h	13,33(0) \pm 13,03a	10(0) \pm 11,54a	25(13,46) \pm 10ab	30 (19,24) \pm 11,54ab	30(19,24) \pm 25,81ab	35(25) \pm 10ab	50(42,31) \pm 11,54b	bcd
Adultos (% de mortalidad) 12 h	36,66(0) \pm 18,74a	55(28,90) \pm 25,66b	95(91,96) \pm 10c	90 (84,08) \pm 11,54bc	80 (68,32) \pm 23,09bc	90 (84,08) \pm 11,55bc	95(91,95) \pm 10c	f
% de emergencia de adultos	85,87 \pm 1,57a	83,12 \pm 2,42a	2,23 \pm 1,03b	81,77 \pm 9,58a	87,61 \pm 2,62a	4,37 \pm 2,48b	3,97 \pm 2,41b	de
<i>Copidosoma koehleri</i>								
Adultos (% de mortalidad) 3 h	2,5(0) \pm 7,07a	0 \pm 0a	0 \pm 0a	0 \pm 0a	5(2,56) \pm 10a	0 \pm 0a	0 \pm 0a	a
Adultos (% de mortalidad) 12 h	2,5 (0) \pm 7,07a	5(2,56) \pm 10a	20(17,94) \pm 16,33ab	20(17,94) \pm 16,33ab	35(33,33) \pm 19,15b	5(2,56) \pm 9,25a	0 \pm 0a	abc
Adultos (% de mortalidad) 24 h	22,5(0) \pm 22,51a	35(16,12) \pm 10a	20 (0) \pm 16,33a	25(3,22) \pm 10a	45(29,03) \pm 19,15a	17,5(0) \pm 27,12a	25(3,22) \pm 37,85a	bcd
Adultos (% de mortalidad) 48 h	25(0) \pm 20,7a	90(86,66) \pm 11,55b	50(33,33) \pm 25,81ab	45(26,66) \pm 10ab	65(53,33) \pm 19,15ab	57,5(43,33) \pm 42ab	95(93,33) \pm 10b	ef
% de emergencia de adultos	93,97 \pm 7,50a	80,51 \pm 29,36ab	68 \pm 10,54b	87,83 \pm 10,55ab	84,31 \pm 13,03ab	45,21 \pm 28,29c	19,71 \pm 17,63d	bcd
Sig. ***	A	AB	AB	AB	AB	B	B	

Medias en una misma línea horizontal seguidas por la misma letra minúscula no difieren significativamente a $P=0,05$ (Tukey, SPSS versión 7,5).

* = incluyen aquellos adultos emergidos que no pudieron expandir las alas.

** = valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

Sig. = Significancia.

*** = Análisis de comparación múltiple de Tukey, posterior a la prueba no paramétrica de Friedman ($\chi^2 = 12,84$, g.l. = 6; $P = 0,04$) y del Coeficiente de Concordancia de Kendall ($W = 0,153$) para determinar diferencias en la sensibilidad de los siete tratamientos. Letras iguales en una misma línea horizontal no difieren significativamente a $P=0,05$ (Tukey, SPSS versión 7,5).

**** = Análisis de comparación múltiple de Tukey, posterior a la prueba no paramétrica de Friedman ($\chi^2 = 58,89$, g.l. = 13; $P = 0,000$) y del Coeficiente de Concordancia de Kendall ($W = 0,647$) para determinar diferencias en la sensibilidad de los 14 puntos finales de lectura. Letras iguales en una misma línea vertical no difieren significativamente a $P=0,05$ (Tukey, SPSS versión 7,5)

Tabla 24. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de toxicidad aguda con *Trichogramma pintoi*.

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

Tabla 25. 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 ± 3 °C
pH de la solución	6 ± 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 estereoscopio 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

Tabla 26. Condiciones y criterios de aceptabilidad de la prueba de toxicidad aguda con *Dolichogenidia gelechiidivoris*.

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

Tabla 27. Efecto del nim en la mortalidad de adultos de la microavispa *Trichogramma pinto* 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.

Tabla 28. 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 difiere 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 difiere 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.

Tabla 29. 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 difiere 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 difiere significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

Tabla 30. 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 difiere significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

Tabla 31. Efecto del del nim, rotenona y cartap en la emergencia de adultos de la microavispa *Trichogramma pintoi* 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 difiere 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 difiere significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Nim expresado en IA de azadiractina.

Tabla 32. Efecto del nim, rotenona y cartap en la emergencia de adultos de la microavispa *Trichogramma pintoi* 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.

Tabla 33. 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 difiere 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 difiere 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.

Tabla 34. Efecto de la rotenona en la mortalidad de adultos de la microavispa *Copidosoma koechleri* 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 difiere 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 difiere 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.

Tabla 35. Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de la microavispa *Copidosoma koechleri* 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 difiere 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 difiere significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

Tabla 36. Efecto del nim y rotenona en la emergencia de la microavispa *Copidosoma koehleri* de larvas momificadas de *Phthorimaea operculella* en bioensayos ecotoxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	% emergencia	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 difiere significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)
Nim expresado en IA de azadiractina.

Tabla 37. Efecto de los extractos de molle y lantana sobre diferentes fases del ciclo biológico de *C. koehleri*.

<i>Fases de C. koehleri</i>	Número de cámaras	No adultos emergidos	No. adultos no emergidos	No. de formas inmaduras no emergidas
Tratamientos				
agua destilada	38,82 ± 9,56a	35,78 ± 9,08a	1,85 ± 2,63ab	1,17 ± 2,96a
F ₁ molle	40,50 ± 14,04a	32,89 ± 18,51a	6,44 ± 12,38ab	1,16 ± 1,88a
F ₂ molle	35,2 ± 6,28a	24,00 ± 6,25a	4,00 ± 2,49ab	7,20 ± 3,88bc
F ₃ molle	31,2 ± 7,46a	27,20 ± 6,64a	1,20 ± 1,13a	2,80 ± 4,49a
F ₁ lantana	32,1 ± 6,47a	27,00 ± 6,89a	1,50 ± 1,95ab	3,60 ± 3,27ab
F ₂ lantana	33,17 ± 10,68a	14,50 ± 11,09b	1,66 ± 1,78ab	17,00 ± 12,71cd
F ₃ lantana	43,55 ± 8,04a	9,11 ± 9,02b	6,38 ± 5,79b	28,16 ± 11,06d

Medias en una misma línea vertical seguidas por la misma letra minúscula no difieren significativamente a P= 0,05 (Tukey, SPSS versión 7,5)

Tabla 38. 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	24h		48h	
		% 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	Ab	80 (75)	Ab
16	11,57	100	Ab	100 (100)	Ab
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	Ab	50	Bb

Promedio en una misma línea vertical seguidos por la misma letra minúscula no difiere 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 difiere 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.

Tabla 39. 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	
		% M	Sig.	% M	Sig.	% M	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	ng IA cm ⁻²						
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 difiere 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 difiere significativamente a P= 0,05. Prueba de Tukey (SPSS, versión, 7,5)

Sig.= Significancia

Valores entre paréntesis están corregidos por la fórmula de Abbott.

M= mortalidad.

Nim expresado en IA de azadiractina.

Tabla 40. 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	
		% M	Sig.	% M	Sig.	% M	Sig.	% M	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	ng IA cm ⁻²								
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 difiere 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 difiere 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.

Nim expresado en IA de azadiractina.

Tabla 41. Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	µg (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 difiere 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 difiere 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.

Tabla 42. Efecto del cartap en la mortalidad de adultos de *Dolichogenidia gelechiidivoris* a diferentes h de exposición en bioensayos toxicológicos.

Concentración mg (IA) L ⁻¹	µg (IA) cm ⁻²	1h		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 difiere 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 difiere 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.

Tabla 43. Toxicidad aguda (CL₅₀ en mg (IA) L⁻¹) de la azadiractina (principal ingrediente activo del nim) sobre tres microavispas 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).

Tabla 44. Toxicidad aguda (CL_{50} en mg (IA) L^{-1}) de la rotenona sobre tres microavispa en bioensayos toxicológicos.

Especies	3h	6h	12h	24h	48h
<i>Trichogramma pintoi</i>	-	-	> 3200 ^a	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).

Tabla 45. Toxicidad aguda (CL_{50} 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).

Tabla 46. Evaluación global de tres modelos de bioensayos ecotoxicológicos para la detección de pesticidas.

Criterios	Procedimientos		
	<i>Trichogramma pintoii</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

Tabla 47. Matriz de correlación de Pearson: Grado de asociación entre los valores de toxicidad aguda (CL₅₀) de los tres pesticidas en 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.